

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Racionalizace výrobního procesu při
výrobě jader pro transformátory**

**Rationalization of the Production
Process in the Production of
Transformer Cores**

Student:

František Kubiczek

Osobní číslo:

KUB0537

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Bučko

OSTRAVA 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **František Kubiczek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **Racionalizace výrobního procesu při výrobě jader pro transformátory**
Rationalization of the Production Process in the Production of Transformer Cores
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická charakteristika řešené problematiky.
2. Analýza současné situace v oblasti výroby transformačních jader.
3. Vyhodnocení analýzy a identifikace problémů ve výrobě.
4. Návrhy řešení k eliminaci problémů.
5. Zhodnocení dosažených cílů a přínosu práce pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:

ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. *Racionalizace výroby*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada Publishing, 2014. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.
ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení: cvičení II*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-0962-1.
KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C.H. Beck, 2009. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů*. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-2871-6.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Bučko**

Datum zadání: 20.12.2019
Datum odevzdání: 18.05.2020

Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem uvedl interní informace o pracovních podmínkách, zařízeních, systémech a výrobním procesu, které mi byly poskytnuty firmou Liberty Technotron s.r.o. a s jejichž zveřejněním v této práci firma Liberty Technotron s.r.o. souhlasí.

V Ostravě dne 18. května 2020


.....

Podpis studenta

Prohlášení spolupracující osoby

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 6, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských studijních programech VŠB-TU Ostrava.

Spolupracující firma:

Liberty Technotron s.r.o.

Křižíkova 1377

Frýdek-Místek 738 01

IČO: 62360116

Jméno a příjmení oprávněné osoby:

Vedoucí Ing. Libor Tannhäuser

Ve Frýdku-Místku dne 18. května 2020



Podpis oprávněné osoby

(případně razítko)

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická Univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020



.....

Podpis autora práce

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

F. Kubiczek, *Racionalizace výrobního procesu při výrobě jader pro transformátory: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2020, 65 s. Vedoucí práce: Bučko, M.

Práce se zabývá racionalizací výrobního procesu při výrobě jader pro transformátory. Cílem bakalářské práce je nejdříve analyzovat vnitřní prostředí firmy, odhalit problémy, nedostatky v rámci výrobního procesu a navrhnout zlepšení výrobního procesu při výrobě jader pro transformátory. V práci bylo analyzováno prostředí firmy, kde byly nalezeny problémy týkající se přepravy výrobků, uspořádání pracovišť, měření distribučních jader a deformace žíhací pece. V návrhu řešení jsou jednotlivé problémy detailně popsány a následně je navrženo jejich řešení. V závěru jsou shrnuty všechny vyřešené problémy a přínos práce pro firmu.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KUBICZEK, F. *Rationalization of the Production Process in the Production of Transformer Cores: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2020, 65 p. Thesis head: Bučko, M.

The thesis deals with the rationalization of the production process in the production of transformer cores. The aim of this thesis is first to analyze the internal environment of the company, to identify problems, shortcomings in the production process and to suggest improvements in the production process in the production of transformer cores. In this work, the environment of the company was analyzed, where problems were found concerning the transport of products, arrangement of workplaces, measurement of distribution cores and deformation of the annealing furnace. In the solution design, the individual problems are described in detail and then their solution is proposed. The conclusion summarizes all solved problems and benefits of work for the company.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	9
Úvod.....	10
1 Teoretická východiska řešené problematiky	11
1.1 Racionalizace výrobních procesů.....	11
1.2 Podnikové procesy	12
1.3 Lean Production (Štíhlá výroba).....	12
1.4 Logistika v rámci průmyslového podniku.....	16
2 Charakteristika firmy Liberty Technotron s.r.o.	20
2.1 Profil společnosti.....	20
2.2 Historie společnosti	21
2.3 Výrobní portfolio firmy.....	22
3 Analýza současné situace v oblasti výroby transformačních jader.....	28
3.1 Analýza procesu výroby jader	28
3.2 Používané materiály	36
3.3 Příjem a uskladnění materiálu.....	36
3.4 Přeprava zboží.....	39
4 Vyhodnocení analýzy a identifikace problémů	40
4.1 Identifikace problémů	40
4.2 Stanovení cílů	40
5 Návrh řešení k eliminaci problémů	41
5.1 Optimalizace pracoviště – aplikace metody 5S	41
5.2 Racionalizace v oblasti přepravy zboží	53
5.3 Ostatní návrhy.....	58
6 Přínosy práce pro podnik.....	62
6.1 Aplikace metody 5S na pracovišti Elvac 1	62
6.2 Nákup nákladního automobilu.....	62

6.3	Ostatní přínosy pro podnik	62
	Závěr	63
	Seznam použité literatury	64
	Seznam obrázků a tabulek	66

Seznam použitých značek a symbolů

a.s.	Akciová společnost
ČSÚ	Český statistický úřad
DPH	Daň z přidané hodnoty
EU	Evropská unie
GFG Aliance	Aliance rodiny Gruptových (Grupta Family Group Aliance)
Hz	Hertz
JT	Jmenovitá tloušťka
Kg	Kilogram
Km	Kilometr
KVA	Kilovolty
ks	Kusů
mm	Milimetr
MVA	Megavolty
MTI	Massachusettský technologický institut (Massachusetts Institut of Technology)
Si	Křemík
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
Tis.	Tisíc
TPV	Technická příprava výrobků
VŠB-TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Úvod

V dnešní době je stav takový, že zákazníci požadují nejvyšší kvalitu zboží za co nejnižší cenu, a to ideálně v co nejkratší dodací době. Pro výrobní podniky je proto velmi důležité, aby neustále zlepšovaly výrobní procesy, staraly se o své zákazníky a sledovaly pokroky svých konkurentů. Spojení těchto věcí může pro firmu zajistit zisk a také konkurenceschopnost na trhu. Onen zmíněný zisk mohou firmy využít pro nákup nových strojů, výrobních hal anebo třeba investovat finance do technologií a výzkumu.

Cílem bakalářské práce je zajistit racionalizaci v oblasti výroby magnetických jader pro transformátory ve firmě Liberty Technotron s.r.o. Firma umožnila autorovi práce možnost účastnit se odborné stáže ve výrobním procesu, detailněji analyzovat výrobní proces s jeho nedostatky a následně tak získat zkušenosti z oblasti výroby magnetických jader pro transformátory.

Zásadním cílem práce je analyzovat současný stav firmy Technotron Liberty s.r.o., a to v oblasti optimalizací výrobních procesů, přesněji v oblastech logistiky přísunu materiálu, optimalizace výrobní technologie a zavedení principů štihlé výroby a metody 5S na pracovišti. Po provedení celkové analýzy a získání všech dat potřebných ke zpracování optimalizace ve výrobním procesu je navrženo řešení ke zvýšení efektivity podniku.

Práce je rozdělena do tří částí. První část obsahuje teoretickou rovinu řešené problematiky, kde jsou vysvětleny důležité pojmy týkající se štihlé metody, metody 5S a logistiky v průmyslovém podniku. Druhá část se věnuje popsání firmy Liberty Technotron s.r.o. a následné detailní analýze výroby magnetických jader pro transformátory. Poslední třetí část je zaměřena na identifikaci problémů a návrhů řešení nalezených problémů, které jsou řešeny pomocí metody 5S na pracovišti Elvac 1 a následného nákupu firemního nákladního automobilu. Poslední část je věnována ostatním problémům a jejich návrhů na zlepšení.

1 Teoretická východiska řešení problematiky

V této části bakalářské práce jsou teoreticky vysvětleny základní pojmy a principy v oblasti racionalizace výroby, podnikových procesů, metody 5S a logistiky v průmyslovém podniku.

1.1 Racionalizace výrobních procesů

Pojem racionalizace vychází ze slova ratio = rozum. Pojednává o nauce a porozumění v rámci řešení úkolů v oblasti výroby, pracovního prostředí atd. Racionalizace zkoumá systematickou a cílevědomou činnost, která posuzuje a kriticky hodnotí veškeré činnosti ve výrobním procesu a jeho okolí. Okolí výrobního procesu je chápáno jako (subdodavatel-výroba-zákazník) a to jednotlivě anebo ve vzájemných vztazích, kdy na jejich reakcích je navrženo řešení, které se snaží zlepšit technicko-organizační úroveň veškerých činností, které jsou potřebné pro zlepšení produktivity a efektivity v rámci realizace řešeného problému. [12]

Klíčové oblasti racionalizace

Aby bylo dosaženo klíčových efektů racionalizačních metod, je vyžadován systémový a komplexní přístup (detailní definování okruhů problému z logistického pohledu), dostatečně aktualizovaná data, respektování vazeb mezi jednotlivými operacemi včetně zajištění znalostí v rámci ekonomických a technických rezerv. Primární oblasti z hlediska racionalizace výroby představují: [12]

1. **Zakázka** – předem definuje výrobní program, který je dán vyráběným sortimentem a množstvím výrobků. Tento výrobní program je závislý na zakázkách, které musí být dokončeny v určitých termínech. [12]
2. **TPV** – znamená technickou přípravu výrobků, kde spadají opatření zaměřená na konstrukční, technologickou a výrobní dokumentace, včetně logistických procesů.
3. **Výrobní proces** – jedná se o tzv. prostorovou a časovou strukturu, jenž vymezuje vazby mezi určitými pracovními a technologickými úseky výroby. Dále také zahrnuje vybavenost, rozmístění a organizační začlenění, včetně logistických vazeb, mezioperační dopravu, skladové prostory, pracovní prostředí atd. [12]

Pro zajištění primárních směrů problematiky slouží ve fázi přípravy projektu informativní rozboru stanovení vazeb výsledků, následných pozorovacích a racionalizačních rozborů. Cílem je nalezení primárních příčin nedostatků současného stavu, vhodně zvolených základních směru a oblast racionalizace v rámci oblastí. [12]

1.2 Podnikové procesy

Podnikový proces lze definovat jako velmi složitý a komplexní systém navzájem se ovlivňujících vztahů, nejen ve vnitřní struktuře podniku, ale také v jeho okolí. [12]

1.3 Lean Production (Štíhlá výroba)

Primárním cílem racionalizačních projektů je zamezení plýtvání výrobních zdrojů, a to konkrétně nákup materiálu, surovin a expedice hotových výrobků na všech druzích pracovištích od přípravy výroby až po vlastní výrobu. Tento princip systematického uplatňování logického myšlení při řešení náročných úkolů ve výrobě s plným zaměřením na zákazníka a výrobek byl zpracován institutem MTI (Massachusetts Institut of Technology) v letech 1985-1990 a později dokončen firmou TOYOTA pod názvem Lean Production, neboli Štíhlá výroba. [12]

Koncept štíhlé výroby je postaven na principech, že ve výrobě pružně reaguje na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízená decentralizovaně skrze flexibilní pracovní týmy při malé hloubce výroby (nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů). Každý zaměstnanec ve výrobě má vysokou odpovědnost za kvalitu a pružnost pracovního cyklu. Rozhodovací právo je v systému štíhlé výroby decentralizováno, aby každý zaměstnanec, který nalezne jakoukoliv chybu na pracovišti, byl schopen výrobu přerušit. Štíhlá výroba je silně zaměřena na uspokojení požadavků a potřeb každého zákazníka, což je v protikladu s tradičními „tayloristickými principy“ hromadné výroby. [13]

Cílem Lean Production je komplexní a systematická eliminace ztrát a plýtvání v průmyslovém podniku a je rozdělen do čtyř základních oblastí, které jsou:

1. Stále trvající usilování o zvýšení kvality všech činností v logistickém řetězci

V rámci řetězce (subdodavatel-výrobek-zákazník) je primární snížení výrobních nákladů, zkrácení doby potřebné ve výrobě, vylepšení pracovního prostředí atd.).

Jde o tzv. neustále a postupně trvající zlepšení procesů založené na motivaci pracovníků. Pojem motivace vychází ze základní podstaty filosofie tedy: „chceš-li být konkurenceschopný, ale také ziskový, pracuj tak, aby veškeré zlepšení ve všech oblastech podniku směřovala ke spokojenosti zákazníka“. Tato filozofie je nejčastěji zobrazována pod pojmem KAIZEN (KAI – změna, ZEN – zlepšení). [12]

2. Soustředit pozornost na místa, která rozhodují o kvalitě

Tuto strategii managementu nejčastěji nalezneme pod pojmem GEMBA. V GEMBĚ jsou uplatňovány prvky z filosofie KAIZEN, ale GEMBA se primárně koncentruje na analýzu prvků a funkcí jednotlivých míst (pracoviště, dílny, sklad atd.), které mohou negativně ovlivnit samotný výrobní proces jako celek, např. velikost skladových zásob, kvalitu, množství výrobků atd.

Optimalizace systému materiálových a informačních toků

V rámci tohoto směru jsou nejčastěji využívány strategie 3MU (vycházející z japonských slov MURA, MUDA, MURI), kde:

MURA - je zaměřená na problémy nerovnoměrnosti, nevyrovnanosti a nepravidelnosti materiálových toků a kapacitních toků.

MUDA - zkoumá a analyzuje příčiny ztrát např. nevhodné uspořádání výrobních zařízení a strojů, složité materiálové toky, nadměrné zásoby materiálu atd.

MURI - zaměřuje se na psychické nebo fyzické přepracování pracovníka, které mohou vyvolat zvýšené ztrátové časy vzhledem k jednotlivým pracovním operacím nebo snížit kvalitu prováděné práce. [12]

3. Minimalizace nepotřebných skladových zásob

Snaží se optimalizovat a zredukovat skladové zásoby na minimální množství, kvůli uvolnění oběžných finančních prostředků a také snížení logistických nákladů pro skladování, manipulaci s materiálem atd. Čím vyšší je dynamika výrobního systému, tím větší komplikace se objevují z hlediska řízení a plánování termínu výroby, maximální využití pracovních strojů vzhledem k minimalizaci zásob a skladování a mezisklad zásob. [12]

1.3.1 Metoda 5S

Metoda 5S patří do základních nástrojů v rámci metod, které upravují procesy. Pojem 5S vychází z anglických a japonských názvů, pomocí kterých můžeme definovat a charakterizovat celou metodu, jedná se o názvy:

- sort/seiri,
- set in order/seiton,

- shine/seiso,
- standartize/seiketsu,
- sustain/shitsuke.

Jelikož všechny tyto názvy pochází z cizích jazyků, je obtížnější najít pro tyto názvy alternativu českých slov začínajících na S. V českém jazyce jsou tedy přeloženy následovně:

- sort/seiri = třídění,
- set in order/seiton = umístění,
- shine/seiso = úklid,
- standartize/seiketsu = standartizace,
- sustain/shitsuke = udržení.

Metoda 5S byla původně navrhnutá do prostředí průmyslové výroby. Postupem času byla však modifikována, aby mohla být univerzálně využita v ostatních odvětvích výroby včetně státní správy. Metodu lze v dnešní době využít všude, kde se nachází nepořádek anebo nepřehledná organizace pracovního prostředí. To znamená, že nejsou jasným a přehledným způsobem uloženy pracovní pomůcky, návody, pomůcky atd. [14]

Krok číslo 1: sort/ seiri/ třídění

Priority prvního kroku spočívají v eliminaci všeho, co nemá význam pro pracovní prostředí. Hlavním účelem prvního kroku je identifikace či označení předmětů, které v dané pracovní oblasti nejsou potřeba.

Řadí se tam například nepotřebná či vadná dokumentace, vadné nebo jinak poškozené pracovní pomůcky, použité čisticí prostředky anebo zastaralé vyhlášky, úkoly či programy. [14]

Krok číslo 2: set in order/ seiton/ umístění

Hlavní cíle druhého kroku jsou zaměřeny na umístování potřebných či jinak důležitých věcí pro vykonání pracovního úkonu do míst, kde jsou nejlépe k nalezení. Postup umístění lze popsat v následujících krocích:

1. Zpracování náčrtu momentálního umístění věcí.
2. Vypracování návrhu nového umístění věcí, vzhledem k jejich frekvenci používání, potřebnosti, efektivitě a přehlednosti uspořádání. Návrh by měl obsahovat co nejlépe zpracovanou a přehlednou dokumentaci, podle které je

možné uspořádání a pořádek na pracovišti dodržovat. Také je důležitá organizace a označování pracoviště, kde se nachází pracovní stroje, úložné prostory atd. [14]

Krok číslo 3: shine/ seiso/ úklid

Po uložení potřebných věcí musí být proveden řádný úklid pracoviště. Postup úklidu lze popsat v následujících krocích:

1. Nutné zvážení pracovní bezpečnosti a hygieny na pracovišti, tzv. odstranění nepořádku z pracoviště, prachu či odpadků, které se nacházejí na pracovišti.
2. Určení zodpovědné osoby, která hlídá a kontroluje pravidla pro udržování pořádku a čistoty na pracovišti. [14]

Krok číslo 4: standartizace/ seiketsu/ standartizace

Všechny předcházející kroky je nutno zařadit do pracovních postupů takovým způsobem, aby se staly přímou součástí pracovních činností, ať už v každodenním pracovním cyklu nebo v intervalech, které jsou pro danou činnost rozumné.

Je nutné využívat takový systém značení, aby bylo na první pohled zřejmé, že věc není po vykonané pracovní činnosti vrácena na své místo. Důležité je zpracovat pracovní postupy do běžných pracovních řádů a umístit je tak, aby byli viditelně umístěny a každý pracovník si mohl ověřit, jakým způsobem a kam uložit danou pracovní pomůcku, dokumentaci atd.

Posledním bodem čtvrtého kroku je neustálá aktualizace pracovních postupů. Aktualizace pracovních postupů ukládání pracovních pomůcek v opakovaných časových cyklech zvyšuje optimalizaci navržených pracovních postupů. [14]

Krok číslo 5: sustain/ shitsuke/ udržení

Poslední krok se zaměřuje na návrh postupného kontrolování a zavedení pravidelných auditů pořádku. Doporučuje se zavést na pracovišti odpovědnost za prováděné kontroly např. kontrolními seznamy, kdy se po konci směny pracovníci do seznamu podepíší a zodpovědnost za čistotu a uspořádané pracoviště je na jejich zodpovědnost.

Důležité je v rámci kontrol a auditů neustále vylepšovat a aktualizovat zavedenou metodu 5S. [14]

1.4 Logistika v rámci průmyslového podniku

Tato kapitola je věnována základním teoretickým pojmům logistiky, dopravní logistice, vnitřní a vnější dopravě a logistickým nákladům.

1.4.1 Základní logistické pojmy

V této kapitole byly vysvětleny logistické pojmy, které jsou klíčové pro pochopení problematiky v oblasti logistiky. [15]

Logistické toky

Logistické toky chápeme v logistice jako posloupnost stavu pohybu a také přerušení pohybu (stav klidu), jenž znázorňuje pohyb v jednom směru. Logistické toky se dělí na:

- hmotné,
- informační,
- finanční.

Všechny výše zmíněné toky jsou navzájem propojeny, proto je důležité akceptovat tuto skutečnost a zamezovat situacím, kde by mohlo dojít k přerušení hmotných toků kvůli nedostatečným informacím či finančním prostředkům. [15]

Logistický řetězec / síť

Pojem logistický řetězec znamená v logistice strukturu, která vznikne propojením procesů, ve kterých se odehrávají logistické toky. Logistický řetězec se skládá z propojení logistických toků, které obsahují výše zmíněné toky hmotné, informační a finanční.

Logistický řetězec se dělí také podle svého tvaru, pokud je liniově sestaven, tak se hovoří o řetězci, pokud se řetězec větví, hovoří se spíše o logistické síti. [15]

Logistický proces

Logistickým procesem se definují jednotlivé množiny, které jsou logicky seřazeny podle aktivit s cílem, jasně definovat výstup. Zdroje, které do procesu vstupují se transformují do podoby výstupních produktů. [15]

1.4.2 Dopravní logistika

Doprava patří mezi nejdůležitější části logistického řetězce. Jedna část se děje na straně vstupu (od dodavatele materiálu, surovin k výrobcí), a také na straně výstupu (od výrobce ke spotřebitelům). Dopravní logistika má své fixní místo ve výrobě i v oběhu.

Pojem doprava se dá popsat jako fyzické přemístění produktu z bodu A do bodu B, kde bod A lze chápat jako výrobní místo a bod B místo, kde je produkt zapotřebí. Takový přesun produktu v prostoru přidává produktu hodnotu, která má název „přínos místa“.

Samotný přesunovací proces můžeme rozlišit do dvou skupin, které se často zaměňují:

- dopravní proces = přemísťování dopravních prostředků.
- přepravní proces = přemísťování zboží popřípadě osob. [15]

1.4.3 Vnitřní a vnější doprava

Vnitřní doprava znamená vlastní vnitropodnikovou dopravu, která se uskutečňuje v rámci výrobního procesu, obvykle specializovanými manipulačními nebo dopravními prostředky uvnitř dílen, závodů a hal. Tato doprava úzce souvisí s výrobním procesem v podniku, ale u jednotlivých organizací může mít individuální povahu.

Vnější doprava znamená mimopodnikovou dopravu a probíhá v místech mimo prostory podniku. Děje se například na veřejných komunikacích, v rámci distribuce zboží mezi skladem a podnikem nebo jiným dílčím pracovištěm atd.

Pro management podniku je klíčové rozhodnutí, zda využívat dopravu vlastní, vnitropodnikovou dopravu, nebo využívat služeb externích dopravců. [15]

Vlastní doprava

Využívat své vlastní dopravy v podniku má své klady a zápory. Záleží vždy na konkrétních podmínkách podniků. Přeprava zboží po veřejných komunikacích v rámci vlastní dopravy má tyto výhody:

- vlastní doprava je operativnější,
- v konkrétních případech může být levnější,
- obsluha dopravního prostředku může být lépe seznámena s vlastnostmi přepravovaného materiálu, tudíž zná i jeho nároky na přepravu.

Při provozování vnější dopravy po veřejných komunikacích bývá nejčastějším řešením ze strany podniku nákup a využívání nákladních automobilů. Řada podniků ale také využívá dopravu pomocí vlastních železničních vozů, jejichž přeprava po železnicích je zajišťována pomocí speciálních tarifů.

Využití vlastní automobilové dopravy se stává výhodným v případech, kdy jsou brány v potaz speciální podmínky na přepravu zboží jako bezpečí přepravy zboží, operativní přeprava zboží díky mimořádným požadavkům zákazníka atd. Je nutné brát v potaz všechny

klady a zápory při uplatňování vlastní dopravy, protože kdyby nebyli naplněny kapacity vlastních dopravních prostředků a jejich řidič nebyl dostatečně využit, dochází ke zbytečně velkým nákladům. [15]

Vnější doprava

V rámci vnější dopravy využívá řada podniků služeb externích dopravců, toto využití může přinášet tyto výhody:

- možnosti využití jiných druhů dopravy (silniční, kolejová, letecká, lodní),
- finance, úsilí a lidské zdroje mohou být plně uplatněny pro hlavní činnost podniku,
- v určitých případech může být levnější.

Při zajišťování vnější dopravy je nutné zvolit takového dopravce, který vyhovuje konkrétním požadavkům pro optimální zajištění logistického řetězce v rámci distribuce. [15]

1.4.4 Logistické náklady

Logistika musí plnit své funkce tak, aby její činnost byla maximálně efektivní a aby zatěžovala co nejméně podnikovou režii s minimálním ovlivněním cenové politiky podniku. Logistické činnosti bývají často finančně náročné a nejedná se o malé částky. [16]

Pokud se jedná o logistické náklady, tak vycházíme z rovnice, která sečte všechny logistické náklady podniku. Výsledná rovnice má tento tvar:

Celkové logistické náklady = náklady na přepravu + skladovací náklady + náklady na vyřizování objednávek a informační systém + náklady na udržování zásob

Z tohoto vztahu vidíme, že aby bylo možné snížit celkové logistické náklady, je nutné snižovat všechny ostatní náklady. Aby byla možná optimalizace logistických nákladů, musí mít podnik data o jednotlivých druzích nákladů.

Náklady na udržování skladových zásob mají přímý dopad na počet skladů, které podnik udržuje, ale může zapříčinit stav vyčerpání zásob, a tím způsobit vznik velkých dodatečných nákladů. Náklady na udržování skladových zásob se řadí mezi náklady, které se mění v rámci kapacity zásob na skladě (jsou variabilní). Skládají se z různých nákladových položek, která zapříčiňují nejvyšší náklady logistiky. [15]

Každý podnik je individuální subjekt, měl by si stanovit své vlastní logistické náklady a pomocí různých metod a nástrojů se snažit minimalizovat výši těchto nákladů. Tyto náklady se dělí do skupin:

- **náklady kapitálu** – reprezentují cenu finančních prostředků (podnikovou diskontní míru), které jsou uloženy v zásobách. Nákup zásob je zaplacen z provozního kapitálu, který mohl být využit jinak (např. do investování).
- **náklady na služby** – jsou složeny z plateb pojištění (pojištění proti ohni, krádeži atd.),
- **náklady na skladovací prostory** – tyto náklady se rozlišují v rámci typu skladu:
 - sklady situované ve výrobním závodu,
 - veřejné sklady,
 - pronajímané sklady,
- **náklady znehodnocení zásob** – jsou odlišné v každém podniku, ale obvykle se jedná o zásoby:
 - náklady krádeže/ztrát,
 - náklady poškození zboží,
 - náklady zestárnutím,
 - náklady na manipulaci se zbožím. [15]

2 Charakteristika firmy Liberty Technotron s.r.o.

Úvod do praktické části této bakalářské práce je věnován charakteristice firmy Liberty Technotron s.r.o.

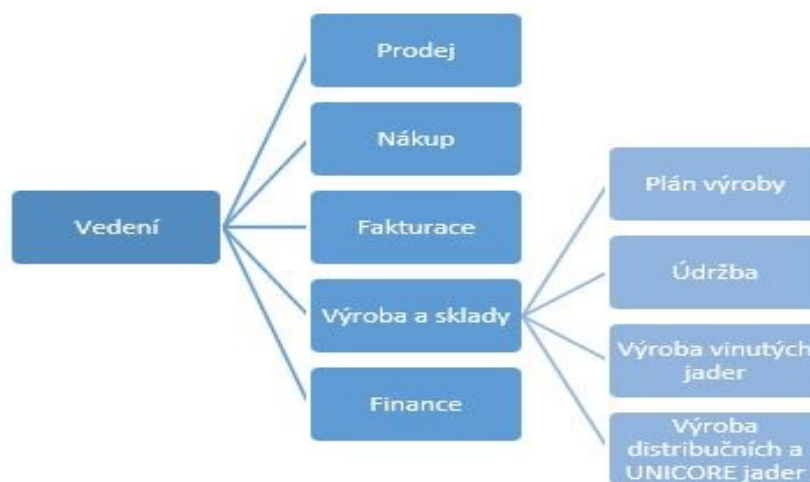
2.1 Profil společnosti

Společnost Liberty Technotron s.r.o. se nachází v Moravskoslezském kraji, konkrétně ve Frýdku-Místku. Firma se zabývá zakázkovou výrobou magnetických jader pro transformátory pro širokou škálu zákazníků.

Díky kvalitě svých výrobků a cenových nabídek dodává firma Liberty Technotron s.r.o. své výrobky do různých zemí EU. V budoucnu se chystá expandovat a udržet si pozici v Asijských zemích. Na obrázku (Obr. 1) je fotografie firmy Liberty Technotron a na (Obr. 2) je znázorněno organizační schéma firmy. [1]



Obr. 1 - Firma Liberty Technotron s.r.o.



Obr. 2 - Hierarchie ve společnosti Liberty Technotron s.r.o.

Tab. 1 - Ekonomický stav

	jednotka	2016	2017	2018
Tržby za prodej výrobků a služeb	tis.Kč	96 126	98 333	88 871
Přidaná hodnota	tis.Kč	30 795	30 529	24 701
Celková aktivita	tis.Kč	71 497	71 099	69 464
Vlastní kapitál	tis.Kč	57 544	42 377	38 343
Základní kapitál	tis.Kč	40 800	40 800	40 800
Průměrný evidenční počet zaměstnanců	zam.	54	53	52

Z tabulky (Tab. 1) lze vyčíst, že v období od 1. ledna 2018 do 31. prosince 2018 byla výsledná hodnota aktiv a pasiv na úrovni 69 464 tis. Kč a hodnota vlastního kapitálu činila z celkových pasiv 38 343 tis. Kč. [4]

2.2 Historie společnosti

Společnost Liberty Technotron s.r.o. se sídlem ve Frýdku-Místku byla založena v roce 1995 jako 100% dceřiná společnost Válcovny Frýdek-Místek. Společnost se zabývá výrobou jader magnetických obvodů.

Firma v roce 1997 rozšířila výrobu pro vinuté dělená jádra pro trojfázové transformátory s odstupňovaným průřezem. V roce 2003 se Liberty Technotron připojila ke skupině ArcelorMittal. V průběhu roku 2004 byl z investičních zdrojů zakoupen stroj na výrobu jader UNICORE. [2]

V roce 2010 až 2011 byly zakoupeny další stroje na výrobu vinutých magnetických C jader a Toroidních jader. Taktéž v roce 2012 byl zakoupen plně automatický stroj Elvac s kapacitou 150 ks/den. Firma nadále investovala do zvýšení kapacit skladovacích prostorů a manipulačních zařízení.

Skupina Liberty House je zapsána v Singapuru se sídlem v Londýně. Jedná se o soukromou společnost, která působí v oblasti komodit, recyklace kovů a výrobě oceli, hliníku a strojírenských výrobků. Liberty House je členem GFG Aliance, což je globální uskupení nezávislých společností, kteří jí odkoupili v roce 2019 od společnosti ArcelorMittal společnost ArcelorMittal-Ostrava, jejíž součástí je 100% dceřiná společnost ArcelorMittal Technotron s.r.o. Logo je znázorněno na obrázku (Obr. 3). Lepší přehlednost historického vývoje je popsána v tabulce (Tab. 2). [3]



Obr. 3 - Logo společnosti Liberty Technotron s.r.o.

Tab. 2- Vývoj firmy

Rok	Vývoj
1995	Založení firmy
2003	Připojení k ArcelorMittal
2004	Začátek výroby Unicore jader
2010/2011	Zakoupení dalších strojů pro výrobu C jader a Toroidních jader
2012	Zakoupen plně automatický stroj Elvac
2019	Odkoupení společnosti Liberty House

Kapitola obsahuje detailní popis výrobního portfolia, jednotlivé výhody magnetických jader a jejich využití. Dále se zaměřuje na detailní popis výroby jader pro transformátory, jejich závěrečnou kontrolu a závěrem export k zákazníkovi.

2.3 Výrobní portfolio firmy

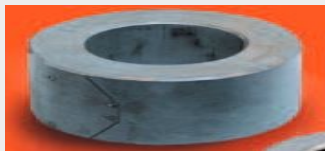
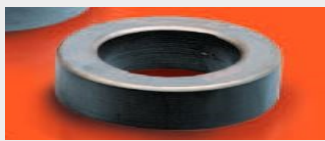


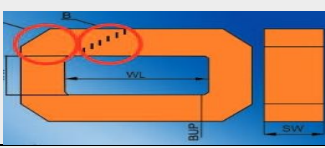
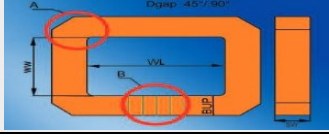
Firma se zabývá výrobou magnetických jader pro transformátory, vyrábí celkem 4 základní typy jader, které se mohou dále dělit, dle specifických nároků zákazníka. Jedná se o jádra:

- toroidní jádra,
- dělená C jádra,
- UNICORE jádra,
- step Lap jádra.

Všechny druhy jader mají širokou škálu využití, ať už se jedná o transformátory různých typů např. Síťové transformátory, Přístrojové transformátory, Napájecí transformátory atd.

Jsou také hojně využívány v obrušovací technice, měničích anebo v tlumivkách. Pro větší přehlednost uvedu portfolio v tabulce (Tab 3). [1]

Tab. 3 - Výrobní portfolio firmy

Toroidní jádra	
Toroidní jádra	
Toroidní jádra se sraženou hranou	
Toroidní jádro s povrchovou úpravou	
Dělená C jádra	
Dělená C jádra jednofázová	
Dělená C jádra třífázová	
Stupňovitá dělená jádra	
Unicore jádra	
Step Butt Unicore jádra	
Stupňovité Unicore jádro	
DGAP jádra	

2.3.1 Toroidní jádra

Toroidní jádra vznikají navinutím křemíkové oceli nejčastěji do předem připraveného kruhového tvaru. Toroidní jádro slouží jako přenašeč elektrické energie z jednoho obvodu do jiného obvodu díky elektromagnetické indukci.

Mezi hlavní výhody toroidních jader patří uzavřený magnetický tok, nízké magnetické ztráty, nízká hlučnost a nízká hmotnost. Toroidní jádra jsou zobrazena na obrázku (Obr. 4).

Na jádra se nejčastěji aplikuje povrchová úprava tzv. komaxit, tato povrchová úprava má za následek, že má jádro větší odolnost vůči mechanickým vlivům a větší stálost elektromagnetických vlastností.

Toroidní jádra se dále vyrábějí se sraženou hlavou, se vzduchovou mezerou anebo také speciálních tvarů, jako například elipsovitého, kuželového nebo vejcovitého tvaru.

Toroidní jádra se sraženou hlavou mají velkou výhodu v tom, že může být navíjeno bez použití ochranných krytek čela anebo bandážování jádra před navíjením závitů.

Dále zmiňovaná jádra se vzduchovou mezerou jsou vyráběna s přesně definovanou jednou nebo více vzduchovými mezerami a využívají se nejčastěji v tlumivkách, audio technice (např. zesilovače) a v transformátorech.

Poslední zmíněná jádra speciálních tvarů jsou vyráběna zakázkově dle specifických požadavků zákazníka. Nejvíce jsou tyto jádra uplatňovány v osvětlovací anebo měřicí technice. [1]



Obr. 4 - Toroidní jádra

2.3.2 Dělené C jádra

Dělená jádra tvaru C se vyrábí za pomoci navíjené transformátorové pásky na rotující formovací elementy, následně rozřezáním tepelně zpracovaného a syntetickou pryskyřicí slepeného jádra. Navíjená jádra disponují výhodou, že je jejich tvar lépe přizpůsobený pro magneticko-indukční tok a lépe využívají svoji speciální strukturu zrna materiálu. Dělená jádra mohou mít tvar kulatý, oválný nebo pravoúhlý. Dále se dělí na jádra jednofázová, třífázová a stupňovitá.

Výhody použití C jader jsou úspora v množství použité mědi pro vinutí díky menším rozměrům jader, celková úspora elektrické energie díky nízkým měrným wattovým ztrátám a nízká hlučnost. Dělená C jádra jsou zobrazena na obrázku (Obr. 5). [1]



Obr. 5 - Dělené C jádra

2.3.3 Unicore jádra

Nejnovější typ do portfolia společnosti jsou bezesporu jádra UNICORE. Jedná se o poměrně mladou technologii, která byla vyvinutá v roce 1997 a firma Liberty Technotron s.r.o. jí začala využívat v roce 2004.

Jádra UNICORE spojují výhody C jader, přičemž jejich měrné ztráty jsou nižší o 20-40 %. Díky tomu lze dosáhnout úspor v hmotnosti magnetického obvodu i v množství použité mědi. Mezi další výhody patří nízká cena, krátká dodací lhůta výrobku, snadná montáž a úspora v množství použité mědi. [1]

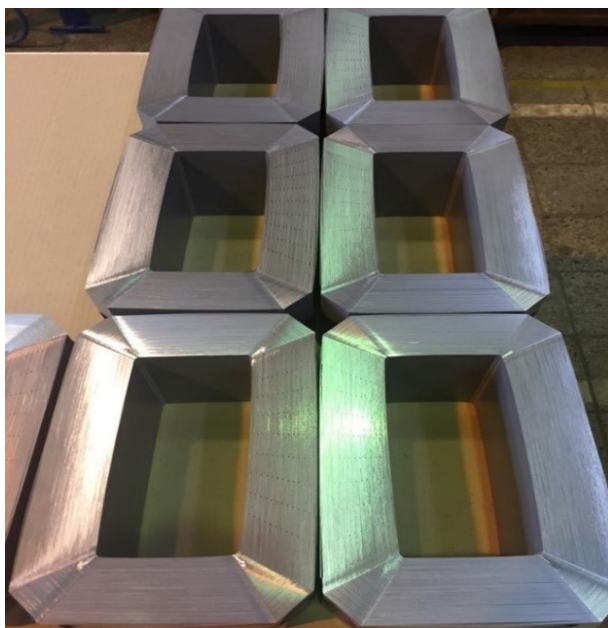
- Unicore jádra můžeme dělit na:
- Uncut Unicore jádra
- Duo Unicore jádra

- Butt Unicore jádra
- Step Butt Unicore jádra
- Combi step Butt Unicore jádra
- DGAP a stupňovité Unicore jádra

Výhody a využití Unicore jader jsou popsány v (Tab. 4). Unicore jádra jsou zobrazena na obrázku (Obr. 6). [1]

Tab. 4 - Výhody a využití Unicore jader

	Výhody	Využití
Uncut Unicore	Nahrazují nedělená C jádra a toroidní jádra (jsou účinnější)	Pravoúhlé impulzní transformátory, napěťové transformátory
Duo Unicore	Vykazují mnohem nižší ztráty než C jádra	Silové, regulační, výkonové, měřicí, jednofázové, třífázové transformátory
Butt Unicore	Cena výrazně nižší než C jádra, při TIG svařování slouží jako stahovací pásek	Jednofázové a třífázové tlumivky
Step Butt Unicore	Vyšší výkon transformátoru, nižší váha transformátoru	Transformátory s výkonem do 1 KVA.
Combi step Butt Unicore	Dosahují maximální redukce v měrných ztrátách a hluku	Transformátory s výkonem do 1 KVA.
Stupňovité Unicore	Disponují všemi výše zmíněnými výhodami	Transformátory



Obr. 6 - Unicore jádra

2.3.4 Step Lap jádra

Metoda Step Lap je založena na stříhání pásů pod úhlem stříhu 45° . Plechy jsou ručně skládány zmíněným způsobem „step lap“, což znamená, že jsou styková místa plechů spojky a sloupků proti sousedním plechům stupňovitě přesazena. Tímto způsobem se dosáhne snadnějšího průtoku magnetického toku z jader do sloupků a tím dojde ke snížení ztrát naprázdno, proudu naprázdno a hluku. Šířka plechů sloupků a jader je odstupňována tak, aby byl průřez magnetického obvodu co nejvíce podobný kruhu. Transformátory, které využívají vyšší magnetický výkon, rozděluje jejich obvod chladicí kanál. Metoda Step Lap je vyobrazena na obrázku níže (Obr. 7). [6]



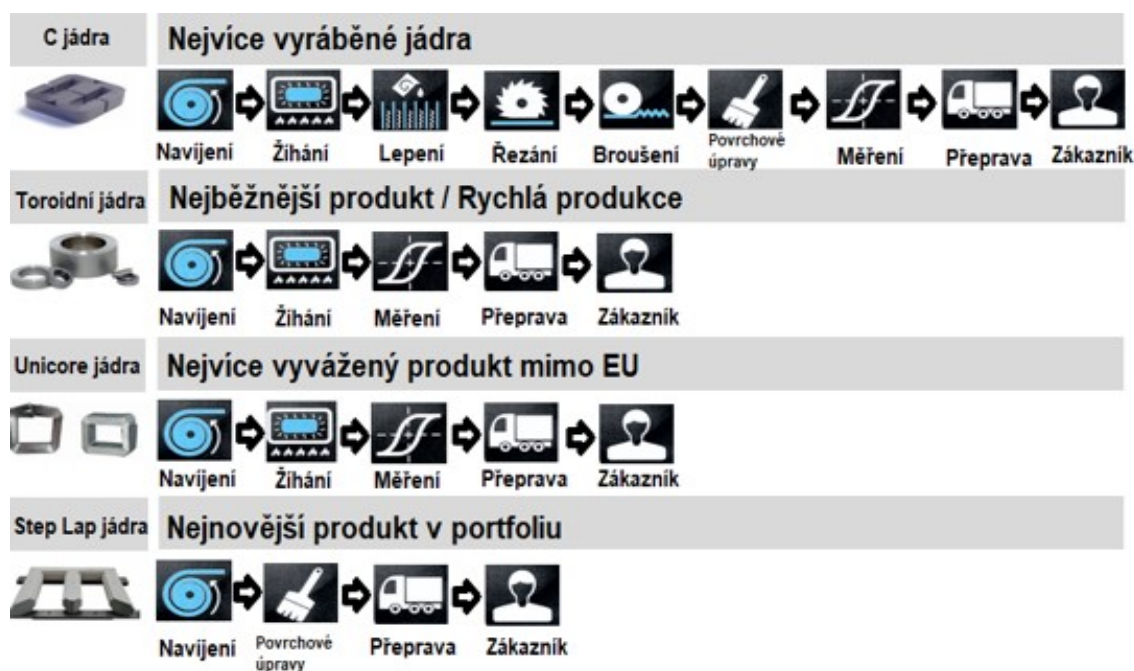
Obr. 7 - Step Lap jádra

3 Analýza současné situace v oblasti výroby transformačních jader

Kapitola se zaměřuje na detailní popis výroby jader pro transformátory, jejich závěrečnou kontrolu a závěrem export k zákazníkovi.

3.1 Analýza procesu výroby jader

Výrobní proces je pro toroidní a Unicore jádra totožný. Liší se pouze výrobní proces C jader a Step Lap jader. Pro lepší představu je postup výroby magnetických jader znázorněn na obrázku (Obr. 8).



Obr. 8 - Výrobní proces magnetických jader [1]

- **Proces navíjení jader** – počátkem výrobního procesu magnetický jader je navinutí pásky na předem definovaný tvar, ať už kruhového průřezu, obdélníkového, čtvercového či speciální tvar průřezu.

Firma Liberty Technotron s.r.o. používá pro navíjení čtyři základní typy navíjecích strojů a těmi jsou navíjecí stroje **Triom**, **Elvac**, **AEM Unicore** a **L.a.e StepLap**. Všechny tyto typy strojů podnik používá k navíjení magnetických jader, jejich základní charakteristika je obsažena níže.

Navíjecí stroj Triom 1, Triom 2

Firma ArcelorMittal Technotron s.r.o. začala v roce 2007 používat dva poloautomatické navíjecí stroje k navíjení magnetických jader čtvercového, kruhového, a obdélníkového průřezu. Fotografie stroje je vyobrazena na obrázku (Obr. 9).



Obr. 9 - Výrobní linka Triom 1, Triom 2

Navíjecí nástroj Elvac

V roce 2012 firma ArcelorMittal Technotron s.r.o. zakoupila plně automatický stroj Elvac, který dokáže vyrobit až 150 ks jader za den.

Stroj Elvac dokáže navíjet až pětivrstvá C-jádra o maximální hmotnosti 65 kg a velikosti až 350 x 420 mm v plně automatickém provozu. Fotografie navíjecího stroje Elvac je vyobrazena na obrázku (Obr. 10). [8]



Obr. 10 - Navíjecí stroj Elvac

Navíjecí stroj AEM Unicore a Navíjecí stroj StepLap

Navíjecí stroj AEM Unicore začala firma využívat v roce 2004 a jedná se o speciální stroj pro navíjení přesně definovaných tvarů jader Unicore. Fotografie navíjecího stroje AEM Unicore je vyobrazena níže (Obr. 11). Metoda StepLap je popsána v kapitole 3.1.4 StepLap jádra.



Obr. 11 - Navíjecí stroj AEM Unicore

- **Proces žíhání jader** - při střihání a navíjení pásu, dochází k velkému ohýbání, což způsobí, že se do materiálu dostane mechanické pnutí, které zhorší mechanické vlastnosti a tím pádem i magnetické vlastnosti které jsou pro magnetické jádro klíčové. [9]

Proto se navíjecí jádra žíhají v žíhacích pecích, které se nachází dvě v podniku. Fotografie žíhací pece je uvedena na obrázku níže (Obr. 12).



Obr. 12 - Žihací pec

- **Lepení a vytvrzování magnetických jader** – Po procesu žihání následuje proces lepení jader. Jádra, která jsou navinutá na navíjecí trny, jsou umístěna do tlakové nádoby, kde je pomocí podtlaku mezi jednotlivé závitů jádra nasáta impregnační látka, následuje přetlak. Po nasátí impregnační látky mezi závitů jádra, se tato látka musí vytvrdit ve vytvrzovací peci, čímž dosáhneme slepení jednotlivých závitů a následné tuhosti magnetického jádra.

Magnetická jádra lepič umístí na odkapávací koš (jehož nosnost je max. 1000 kg) a ukládá je od kraje do středu odkapávacího koše, jak je zobrazeno na (Obr. 13).



Obr. 13 - Magnetická jádra na odkapávacím koši

Když je odkapávací koš plně naložen, je nutné odkapávací koš s magnetickými jádry přesunout pomocí jeřábu nad impregnační nádrž, jak je zobrazeno (Obr. 14).



Obr. 14 - Vkládání magnetických jader umístěných na odkapávacím koši do impregnační nádrže

Před vložením odkapávacího koše do impregnační nádrže si musí lepič zkontrolovat:

- jestli je v nádrži impregnační látka,
- teplota impregnační látky je v rozmezí 18-22 °C,
- podtlak v impregnační nádrži je na hodnotě -0,95 bar.

Po ukončení procesu impregnování jader lepič pomocí jeřábu převezde odkapávací koš s již naimpregnovanými magnetickými jádry na odkapávací podstavec (Obr. 15).

Naimpregnovaná magnetická jádra se na odkapávajícím podstavci musí nechat odkapávat minimálně 30 minut.



Obr. 15 - Odkapávací koš s naimpregnovanými jádry nad odkapávacím podstavcem

Následným krokem je uložení naimpregnovaných jader na vozík a převoz k vytvrzovací peci. Vytvrzovací pec pracuje v programovatelném automatickém režimu a doba potřebná k vytvrzení jader je 8 hodin při teplotě 160°C. V průběhu těchto 8 hodin lepič připravuje další jádra k impregnaci. Po 8 hodinách se jádra z vytvrzovací pece vytáhnou na předem připravený vytvrzovací vozík, jak je zobrazeno níže (Obr. 16).



Obr. 16 - Vytvrzená jádra na vytvrzovacím vozíku

Po dokončení vytvrzovacího procesu je lepič povinen zkontrolovat, zda impregnační látka má na povrchu jádra nažloutlou barvu, to znamená, že je jádro správně vytvrzené. Dále je nutné opticky zkontrolovat, zda je povrch optický a zda vypadá, jako kdyby byl mokrý. Správně vytvrzené jádro je zobrazeno na (Obr. 17).



Obr. 17 - Správně vytvrzené jádro s lesklým nažloutlým povrchem

Odstranění navíjecího trnu z jader – po vytvrzovacím procesu následuje proces, kdy se z jader odstraňují navíjecí trny. Vytlačování navíjecího trnu provádí lepič takovým způsobem, že je jádro umístěno na dvě kovové podstavy, které jsou od sebe vzdáleny na takovou vzdálenost, aby mohlo dojít k vytlačení navíjecího trnu. Vytlačení navíjecího trnu je zobrazeno na obrázku (Obr. 18).



Obr. 18 - Vytlačení navíjecího trnu z jádra

- **Způsoby měření** – k měření rozměrů magnetického jádra, se používají posuvná měřidla, posuvné hloubkoměry a třmenové mikrometry.

Pro měření elektromagnetických vlastností výrobků se používá zařízení zvané TOROIDMETR. Měřený výrobek se proměřuje srovnávací metodou proměřením na dalších toroidmetrech, naměřené hodnoty na ostatních toroidmetrech se musí pohybovat v rozsahu $\pm 5\%$ jmenovitého produktu. Tato měření TOROIDMETREM podnik využívá jen pro malé Toroidní a C-jádra, velká distribuční jádra firma Liberty Technotron s.r.o. není prozatím schopna měřit a garantovat jejich magnetické vlastnosti.

- **Měření distribučních jader** – jak bylo zmíněno, firma prozatím není schopna měřit magnetické vlastnosti velkých distribučních jader. Tím pádem nemohou garantovat zákazníkovi požadované elektromagnetické vlastnosti distribučního jádra a může docházet ke zvýšené reklamaci distribučních jader. Distribuční jádro je znázorněno na obrázku (Obr. 19).



Obr. 19 - Distribuční jádro

3.2 Používané materiály

Materiály toroidních, dělených a unicore jader pracujících při frekvenci do 400 Hz
Při volbě ideální tloušťky pásky, se vychází z poznatků, že při zmenšující se tloušťce se zvyšuje měrná hysterezní ztráta, ale oproti tomu se měrné ztráty vířivými proudy začínou snižovat s druhou mocninou tloušťky plechu materiálu. Při sečtení obou ztrát, dostaneme výrazné minimum celkových měrných ztrát, které jsou pro kmitočet 50 Hz v rozsahu tloušťky od 0,23 mm do 0,35 mm. Vinutá jádra magnetických obvodů vyráběná ArcelorMittal Technotron s.r.o. jsou vyrobena z křemíkové pásky s orientovanou strukturou. Kvůli orientované struktuře mají tyto materiály velmi velkou magnetickou orientaci a jsou rozděleny do několik jakostí. [1]

3.3 Příjem a uskladnění materiálu

Firma Liberty Technotron s.r.o. se zaměřuje na kompletní výrobu magnetických jader pro transformátory, počínaje přijetím zakázky, zpracováním základního materiálu do finální podoby výrobku, až po následný export výrobku k zákazníkovi.

- 1) **Objednání základního materiálu** – mezi základní materiál se řadí vstupní materiál (polotovary). Patří sem například plechy, svitky, pásy a lepidlo sloužící k výrobě dělených magnetických jader. [7]
- 2) **Přijetí zakázky do výroby** – před přijetím zakázky, je nutné zajistit základní materiál pro výrobu. Pokud je materiál skladem, může se po okamžitém schválení zakázky zahájit výroba, pokud ne, musí se základní materiál objednat. Zakázka musí obsahovat potřebné technologické informace aby oddělení materiálu a skladů, mohlo poslat konkrétní požadavek dodavatelům základního materiálu a to: rozměry, jakost, množství, požadovaný termín dodání a název výrobku. Následně je poptávka zpracována, zaevidována v informačním systému pro řízení výroby a odeslána dodavatelům. [7]
- 3) **Porovnání a výběr vhodné nabídky** – porovnání nabídek se provádí na základě parametrů (cena, termín dodání, kvalitativní parametry). Výběr dodavatele provádí ředitel společnosti, po vybrání vhodného dodavatele, vytvoří oddělení materiálu a skladů závaznou objednávkou.
- 4) **Přijetí materiálu a uložení na sklad** – při předání zboží, skladník nejprve překontroluje, zda je zboží totožné a odpovídá objednavce. Následně provede kontrolu, do které spadá: zvážení každé palety zvlášť, vizuální kontrola zboží (jestli není poničeno či jinak zdeformováno). Pokud je vše v pořádku, zboží putuje pomocí vysokozdvizného vozíku na sklad. Sklad podniku Liberty Technotron s.r.o. je zobrazen na obrázku (Obr. 20).



Obr. 20 - Sklad firmy Liberty Technotron s.r.o.

- **Přeprava materiálu v podniku** – přeprava materiálu v podniku se realizuje pomocí vysokozdvizného vozíku, který firma vlastní.
- **Skladování pracovních pomůcek a přípravků** – uskladnění přípravků (Obr. 21) pro výrobu magnetických jader není přehledné a na první pohled nelze přesně určit, kolik přípravků se na tomto místě nachází.



Obr. 21 - Skladování pracovních přípravků

Pracovní pomůcky jako jsou štětce, šroubováky, klíče, matice a šrouby jsou na určitých pracovištích uskladněny v zavařovacích sklenicích a plechových boxech (Obr. 22). Tento způsob skladování nástrojů je velmi nepřehledný, hrozí možnost převrhnutí a velmi těžko lze určit, jaký počet se v něm nachází (platí hlavně pro šrouby a matice).



Obr. 22 - Skladování pracovních pomůcek

Na pracovišti Elvac 1, nemají pracovní nástroje žádný systém uložení a jsou volně položeny na pracovním stole, anebo jsou položeny na navíjecích strojích. Pracovní nástroje na pracovišti Elvac 1 tvoří nejčastěji klíče, kleště, francouzské kleště, šroubováky atd. Neexistuje tedy žádná evidence těchto nástrojů a také není možno jednoduše určit, které nástroje chybí. Pracovní nástroje na pracovišti Elvac 1 jsou znázorněny na (Obr. 23).



Obr. 23 - Uložení nástrojů na pracovišti Elvac 1

3.4 Přeprava zboží

V současné době využívá Liberty Technotron s.r.o. k přepravě výrobků externího dopravce. Podnik pravidelně přepravuje zboží do firmy ABB Brno pomocí externího dopravce minimálně 3x týdně. Dále pravidelně realizuje odvoz PUR jader do města Slavičín, což je jednou za týden. Liberty Technotron s.r.o. využívá jako externího dopravce mezinárodní společnost DSV a.s. (Obr. 24), která zajišťuje pro firmu jak vnitro státní, tak i mezinárodní dopravu zboží.



Obr. 24 - Logo dopravní společnosti DSV

4 Vyhodnocení analýzy a identifikace problémů

Po provedené analýze současného stavu od uskladnění základního materiálu, výroby magnetických jader a transport výrobků k zákazníkovi, byly identifikovány určité problémy, které budou dále v práci řešeny.

4.1 Identifikace problémů

- Při uskladnění přípravků a nástrojů potřebných k výrobě jader bylo zjištěno jejich nepřesné a neutříděné skladování, zvláště na pracovišti Elvac 1.
- Během analýzy bylo zjištěno, že při přepravě zboží mezi místy Frýdek-Místek – Brno – Slavičín, používá Liberty Technotron s.r.o. externí přepravní společnost DSV a platí za přepravu určitou část financí, což lze považovat za určitý problém z hlediska hospodaření podniku.
- U procesu měření distribučních jader bylo zjištěno, že Liberty Technotron s.r.o. nemá potřebné vybavení k měření distribučních jader, a tak nemůžou garantovat jejich elektromagnetické vlastnosti zákazníkovi.
- Při analýze bylo dále zjištěno, že firma každoročně vyměňuje část žíhací pece, což způsobuje další náklady.

4.2 Stanovení cílů

V analýze současného stavu byly nalezeny určité problémy, které je nutné optimalizovat.

- Uskladnění přípravků a nástrojů – nevyhovující uskladnění přípravků a nástrojů bude aplikována metoda 5S, která má za cíl problém eliminovat a přinést další benefity jako uspořádanost, lepší přehlednost a pořádek na pracovišti.
- Proces měření distribučních jader – kvůli absence měřicího zařízení pro distribuční jádra bude navrženo navázat spolupráci s Vysokou školou báňskou – Technickou univerzitou v Ostravě, týkající se měření těchto jader a garantovat tak zákazníkovi elektromagnetické vlastnosti jader.
- Pro pravidelné transporty zboží k zákazníkům, pro které firma Liberty Technotron s.r.o. používá externího dopravce, bude proveden návrh vhodného způsobu pro minimalizaci nákladů na přepravu k ušetření finančních prostředků.

5 Návrh řešení k eliminaci problémů

Celá tato kapitola je věnována řešení a eliminaci nalezených problémů. Každý problém je detailně popsán a jsou u něj provedeny návrhy a výpočty, které povedou k eliminaci problémů.

5.1 Optimalizace pracoviště – aplikace metody 5S

Firma Liberty Technotron s.r.o. se snaží neustále vylepšovat pracovní podmínky, rychlost a kvalitu výroby. Z těchto důvodů se firma rozhodla investovat a vylepšit výrobní pracoviště Elvac 1. Na základě toho bude provedena optimalizace pomocí metody 5S.

Cílem této optimalizace je zajistit, aby ukládání pracovního nářadí na pracovišti Elvac 1 bylo přehledné, možnost evidence pracovního nářadí a přidělení zodpovědnosti pracovníkům směny.

- **Vytvoření projektového týmu** – vzhledem ke složitosti určení potřebných pracovních nástrojů (popřípadě jejich nahrazení) a nutnosti provést určité investice, byl sestaven projektový tým jednatelem společnosti, který je vyobrazen v tabulce (Tab. 5).

Tab. 5 - Osoby v projektovém týmu

Osoby v projektovém týmu	Úlohy
Jednatel společnosti	<ul style="list-style-type: none">- Schvalování úkolů- Diskuze ohledně návrhu
Vedoucí směny pracoviště Elvac 1	<ul style="list-style-type: none">- Diskuze ohledně návrhu- Odborná konzultace
Pracovník pracoviště Elvac 1	<ul style="list-style-type: none">- Diskuze ohledně návrhu- Odborná konzultace
Autor práce	<ul style="list-style-type: none">- Návrh a uspořádání pracoviště

- **Vysvětlení projektovému týmu metodiku 5S a plán postupu**

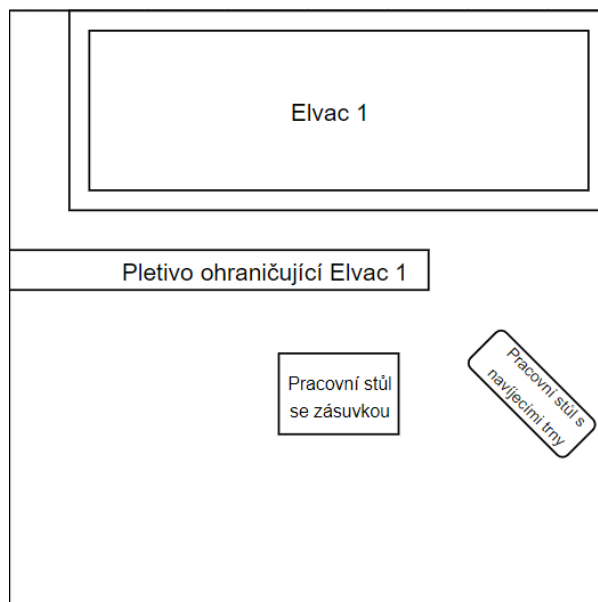
Základním krokem optimalizace tohoto pracoviště bylo seznámení a vysvětlení osobám v projektovém týmu čeho se snažíme dosáhnout a co znamená metoda 5S.

Metodu 5S členům projektového týmu prezentoval autor práce pomocí prezentace a následně přednesl návrh řešení, který je popsán v tabulce (Tab. 6)

Tab. 6 - Plán jednotlivých kroků k zavedení metody 5S

Jednotlivé kroky zavedení metody 5S	Cíl kroku
Detailní analýza pracoviště.	<ul style="list-style-type: none"> - Nalezení vhodného místa pro uložení pracovních nástrojů. - Současné uložení pracovních nástrojů.
Analýza pracovních nástrojů nutných k vykonávání práce.	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikace nutných pracovních nástrojů k vykonávání práce. - Zapsání nutných pracovních nástrojů a jejich evidence. - Kontrola pracovních nástrojů a jejich případné nahrazení novými.
Návrh uspořádání pracovních předmětů.	<ul style="list-style-type: none"> - Návrh ukládání pracovních předmětů a jejich seřazení.
Návrh metodiky úklidu pracovního nářadí.	<ul style="list-style-type: none"> - Stanovit podmínky, za jakých je možnost vracet zpět pracovní nářadí.
Určení odpovědnosti.	<ul style="list-style-type: none"> - Určení odpovědnosti za ukládání pracovního nářadí a formu náhodných auditů.

- **Identifikace místa pracoviště** – místo pracoviště se skládá z navíjecího stroje Elvac 1, pracovního stolu, pracovního stolu s navíjecími trny a pletiva ohraničující výrobní stroj Elvac 1. Místo pracoviště je zobrazeno na obrázku (Obr. 25).



Obr. 25 - Schéma pracoviště ELVAC 1

5.1.1 První krok – Seiri

První fázi metody 5S je nalezení poškozených nebo k práci nepotřebných nástrojů. Tyto nástroje byly určeny pracovníkem na pracovišti Elvac 1 a po následné konzultaci s ostatními členy projektového týmu bylo toto nářadí vyřazeno a nahrazeno nářadím novým. Vyřazené nářadí ukazuje (Obr. 26).



Obr. 26 - Vyřazené nářadí

Vyřazené nářadí obsahuje:

- Šroubovák plochý 1x (plochý šroubovák je zdeformován).
- Klíč oboustranný 22 1x (klíč byl zlomen a svařen).

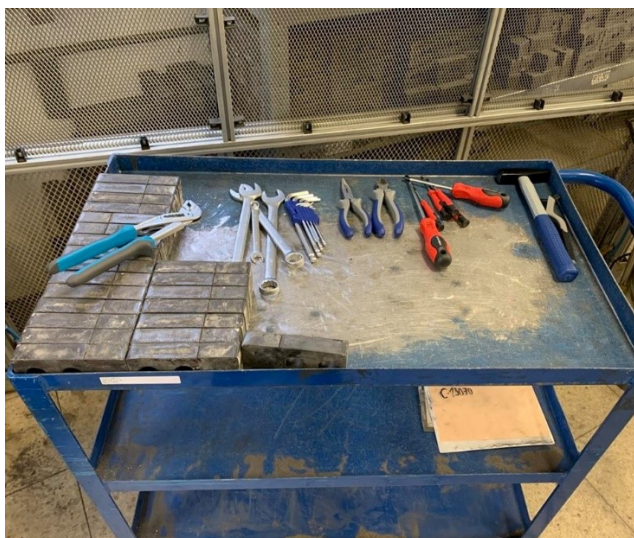
- Jednostranný klíč 36 1x (Klíč je velmi opotřebený a neodpovídá velikosti 36).

Dá se konstatovat, že počet nevyhovujícího nářadí byl minimální, firma Liberty Technotron s.r.o. v nedávné době investovala do nového nářadí.

Pracovní stůl s navíjecími trny

Při kontrole pracovního stolu, který je zobrazen na (Obr. 27) byly nalezeny nedostatky:

- Nevyhovující ukládání pracovního nářadí na pracovní stůl s navíjecími trny (pracovní stůl s navíjecími trny se pohybuje po pracovišti a nemá stabilní místo k jeho odstavení).
- Nepřehledné umístění pracovního nářadí.
- Kvůli občasnému zvýšení uložení navíjecích trnů na pracovní stůl, je nutno nářadí překládat z jednoho místa stolu na druhé.



Obr. 27 - Nářadí na pracovním stole s navíjecími trny

Zásuvka pracovního stolu

Kontrola zásuvky pracovního stolu, která je zobrazena na (Obr. 28) přinesla tyto nedostatky:

- Nepřehledné umístění pracovního nářadí.
- Byl zabrán zbytečně velký prostor pro tohle skladování.
- Obtížná evidence počtu kusů nářadí.



Obr. 28 - Zásuvka pracovního stolu

Závěrem prvního kroku bylo navrženo projektovému týmu seskupit pracovní nářadí na jednotlivé místo a nebude nutné hledat nástroje na pracovním stole s navíjecími trny nebo v zásuvce pracovního stolu.

5.1.2 Druhý krok – Seiton

Druhý krok spočívá v uspořádání materiálu dle zadaných kritérií tak, aby byla doba hledání co nejkratší. Aby mohl být realizován druhý krok Seiton, bylo nutné prokonzultovat s projektovým týmem, frekvenci používání jednotlivého nářadí. Po konzultaci byla určena podmínka, že nářadí musí být využíváno minimálně 2x týdně. Tato podmínka určila potřebný seznam nářadí:

- Kladivo
- Svinovací metr
- Plochý klíč s očkem (velikost 22 mm-10 mm)
- Francouzské klíče (90-947, 90-948, 90-949, 90-950, 2A, 2B)
- Multi špachtle
- Špachtle
- Sika kleště
- Šroubovák (Plochý 7x), (Křížový 6x), (Tisícíhran 1x)
- Kleště – (štípací, kombinované, dlouhé úzké)
- Sada imbus klíčů
- Drátěný kartáč (1A, 1B, 1C)
- Nástrčný klíč

- Sada bitů

Na základě těchto informací byl a počáteční podmínky, byl vytvořen návrh na uspořádání těchto pracovních nástrojů.

Návrh řešení

Po konzultaci s projektovým týmem, bylo autorem práce navrženo uspořádání na dřevěnou desku o rozměrech 1200 x 590 x 250 mm. Současně bylo navrženo, že dřevěná deska s pracovním nářadím bude pověšena na pletivo ohraničující pracoviště Elvac 1 a odpadne tedy nutnost skladovat pracovní nářadí na pracovní stůl s navíjecími trny a do zásuvky pracovního stolu. Projektový tým toto řešení schválil a podílel se na jeho realizaci.

Řešení

1. **Zakoupení dřevěné desky a ocelových hřebíků** - prvním krokem bylo zakoupení dřevěné desky o rozměrech 1200 x 590 x 250 mm a ocelových hřebíků o rozměrech 2.0 x 40 mm, které budou použity k připevnění nástrojů k desce. Takový rozměr dřevěné desky byl zvolen záměrně aby se veškeré nářadí dalo umístit na dřevěnou desku. Dřevěná deska je zobrazena na obrázku (Obr. 29).



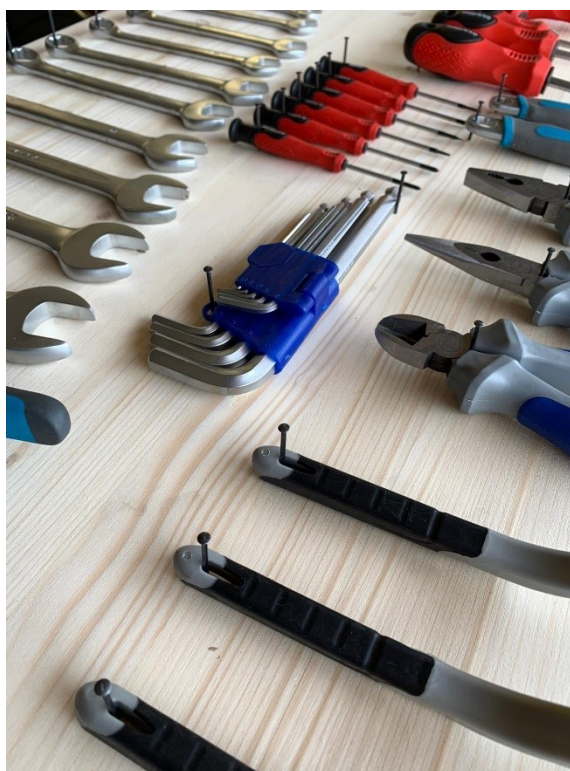
Obr. 29 - Zakoupená dřevěná deska

2. **Uspořádání pracovního nářadí na desku** – s projektovým týmem bylo navrženo uspořádání pracovního nářadí na desku. Pracovní nářadí bylo uskládáno na dřevěnou desku tak, aby bylo nářadí stejného typu vedle sebe, nejlépe seřazeno podle velikostí. Návrh byl projednán v projektovém týmu a schválen všemi členy. Uspořádání nářadí na desce je zobrazeno níže (Obr. 30).



Obr. 30 - Uspořádání na desce

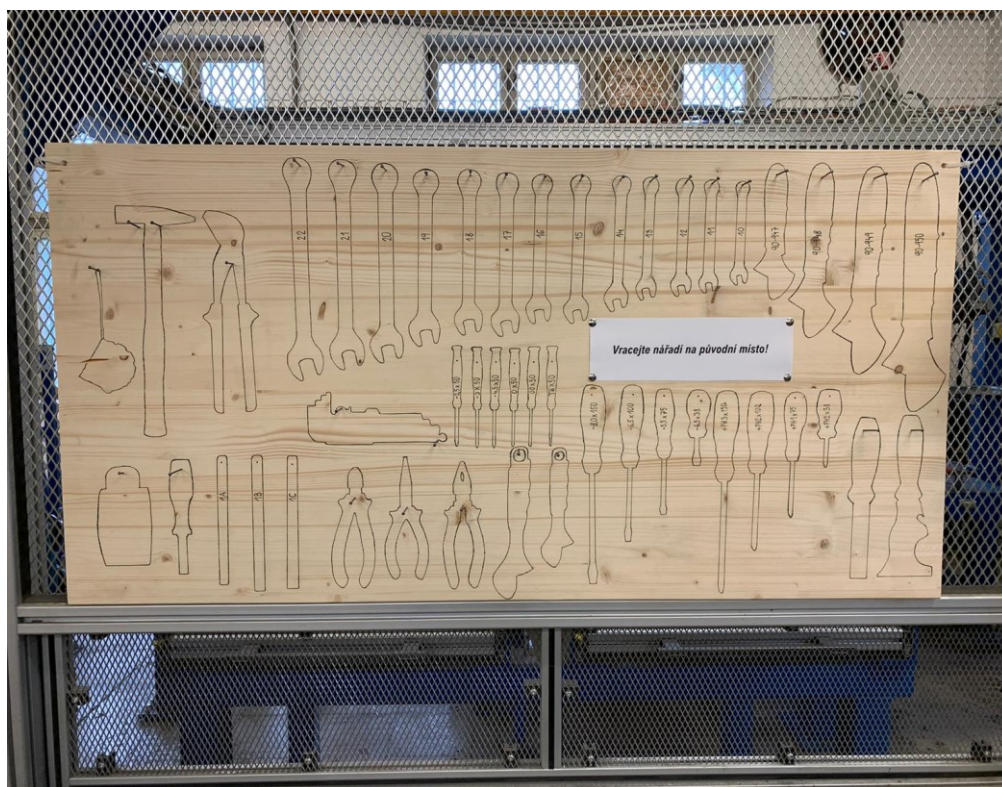
3. **Přichycení pracovního nářadí na desku** – Jak již bylo zmíněno, dřevěná deska bude viset na pletivu, které ohraničuje pracoviště Elvac 1. Vzniká tedy nutnost, připevnit pracovní nářadí tak, aby nespadlo. K připevnění nástrojů byly zvoleny ocelové hřebíčky o velikosti 2.0 x 40 mm proto, aby upevnění pracovních nástrojů k desce bylo pohodlné a aby se zamezilo riziku, že pracovní nástroje z desky spadnou. Připevnění k desce bylo realizováno pomocí zavěšení nářadí na hřebíčky, kdy se jednotlivé typy nářadí pomocí svého tvaru dali bezpečně a stabilně upevnit. Přichycení pracovních nástrojů je na obrázku níže (Obr. 31)



Obr. 31 - Přichycení pracovních nástrojů

4. Označení umístění pracovních nástrojů na desce – aby bylo zřejmé, kde se který nástroj na dřevěné desce nachází, byla navržena možnost obkreslit pracovní nářadí na dřevěnou desku, toto řešení bylo projektovým týmem schváleno. K obkreslení pracovního nářadí na dřevěnou desku byl použit černý Centropen 2846. Připevněné pracovní nářadí pomocí ocelových hřebíků bylo precizně obkresleno černým Centropenem, proto aby umístění nářadí bylo na desce dostatečně zřetelné a výrazné.

U stejného druhu nářadí, kde není na první pohled zřejmé kam nářadí umístit, jako například ploché klíče s očkem, šroubováky, anebo francouzské klíče bylo do obkresleného tvaru vepsáno: velikost klíče s očkem, velikost francouzského klíče, typ šroubováku. Veškeré velikosti či typy jsou napsány na pracovním nářadí, je tedy jednoduché určit kam nářadí umístit. Obkreslené nářadí je znázorněno níže (Obr. 32).



Obr. 32 - Obkreslené pracovní nářadí

5. Umístění dřevěné desky na pracoviště Elvac 1 – takto připravená dřevěná deska, byla přenesena k pracovišti Elvac 1. Dřevěnou desku bylo nutné na pletivo upevnit, upevnění bylo navrženo pomocí stahovacích plastových pásek 4.5 x 150 mm. Stahovací pásky byli umístěny do horních rohů dřevěné desky, skrze díry, které byli navrtány vrtačkou. Upevnění dřevěné desky bylo

realizováno pomocí provlečení stahovacích plastových pásek skrze navrtané díry v dřevěné desce na volná místa v pletivu pracoviště Elvac 1. Upevnění dřevěné desky k pletivu pracoviště Elvac 1 je vidět na obrázku (Obr. 33).



Obr. 33 - Upevnění desky k pletivu

6. **Umístění pracovního nářadí na dřevěnou desku** –posledním krokem, bylo umístění pracovního nářadí na dřevěnou desku. Nářadí bylo umístěno do předem obkreslených tvarů a zachyceno do pomoci ocelových hřebíků. Na pracovní desku byl do volného prostoru umístěn požadavek, na kterém je napsáno: „Vracejte nářadí na původní místo!“ Vložení tohoto požadavku bylo projednáno projektovým týmem, za účelem vracení pracovního nářadí zpět na dřevěnou desku a zamezení ztrát nářadí. Dřevěná deska s umístěným pracovním nářadím na pracovišti Elvac 1 je zobrazena na (Obr. 34).



Obr. 34 - Dřevěná deska s nářadím na pracovišti Elvac 1

5.1.3 Třetí krok – Seiso

Třetí krok se zaměřuje na udržení čistého pracoviště a odhalení vzniku znečišťování pracoviště. Primárním znečišťujícím faktorem byl prach. Při navíjení magnetických jader na stroji Elvac, se z navíjecí pásky vlivem pnutí uvolňují částice prachu, kvůli konzervačnímu povlaku, který je umístěn na navíjecí pásce. Aby se tomuto problému dalo zamezit, byl projektovému týmu navrhnout nákup průmyslového vysavače. Projektový tým tento návrh schválil.

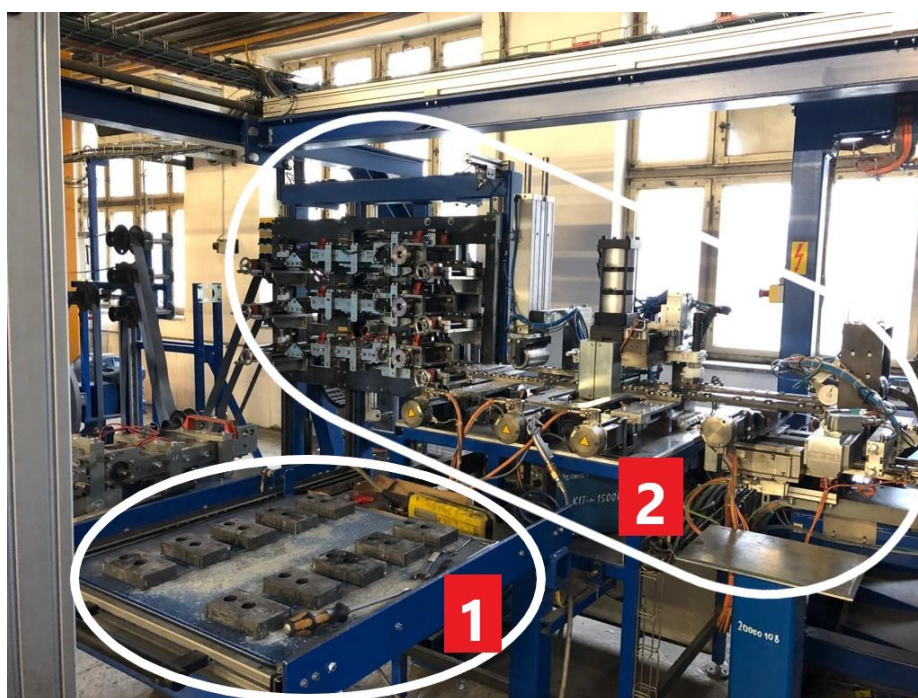
5.1.4 Čtvrtý krok – Seiketsu

Čtvrtý krok je důležitý vzhledem k definování norem pořádku a čištění pracoviště. Pracoviště Elvac 1 je vzhledem k udržování čistoty v pořádku až na výše uvedený problém s častým výskytem prachu v místě pracoviště Elvac 1.

Vzhledem ke skutečnosti, že se prach vytváří v minimálním množství, byla v projektovém týmu projednána frekvence čištění pracoviště, ta vycházela ze zkušenosti pracovníka směny a vedoucího pracoviště Elvac 1. Jejich návrh byl, aby se pracovní stůl u navíjecího stroje Elvac 1, kde se ukládají navíjecí trny, čistil 1x týdně vzhledem ke

zvýšenému ukládání prachu. Celý navíjecí stroj Elvac 1 by se čistil 1x za dva týdny, vzhledem k náročnosti operace čištění.

Projektový tým toto rozhodnutí schválil s podmínkou pravidelných nečekaných auditů jednatele společnosti a případného navýšení či snížení frekvence čištění pracoviště. Pracovní stůl s navíjecími trny je na obrázku zobrazen na pozici 1 a navíjecí stroj Elvac 1 je zobrazen na stejném obrázku s pozicí číslo 2 (Obr. 35).



Obr. 35 - Oblast auditu na pracovišti Elvac 1

5.1.5 Pátý krok – Shitsuke

Poslední krok pojednává o udržování všech kroků. Pokud se nebudou respektovat veškerá nařízení, která byly v tomhle projektu realizovány, může dojít k návratu do původního stavu.

V rámci posledního kroku, jsou navrženy kontrolní audity pracoviště Elvac 1, kde byla metoda 5S realizována. Hlavní cíl těchto auditů je minimalizování rizika, že se vše, co bylo realizováno v rámci metody 5S vrátí do původního stavu.

Cílem těchto auditů je kontrola:

- Všechna nářadí budou na konci směny vrácena na dřevěnou desku.
- Čistotu pracoviště Elvac 1 vzhledem k prachovému znečištění.

- Neodkládání pracovního nářadí na pracovní stůl s navíjecími trny a na části stroje Elvac 1.

Bylo navrženo, že tyto audity budou prováděny náhodně ze strany vedoucího směny, popřípadě vedením společnosti Liberty Technotron s.r.o. Důležité je, aby byli výsledky pravidelně sdělovány pracovníkům na pracovišti Elvac 1, ideálně formou fotodokumentace, kdy budou tyto porušení následně pracovníkům prezentovány, jak je vyobrazeno na (Obr. 36). Frekvence kontrol a auditů by měla být ze začátku zavedení této metody několikrát do týdne s tím, že pokud budou zaměstnanci dodržovat tyto nařízení tak se bude četnost auditů snižovat.

5.1.6 Závěrečná kalkulace všech nákladů

Počáteční maximální rozpočet nebyl pevně stanoven. Jednatel společnosti, který byl součástí projektového týmu, na začátku projektu uvedl, že pokud se mu budou náklady zdát neúnosné, předem všechny členy týmu upozorní a najdeme jinou cestu k realizaci projektu, to se však nestalo. Všechny náklady spojené s tímto projektem, byli evidovány a jsou zobrazeny v (Tab. 7).

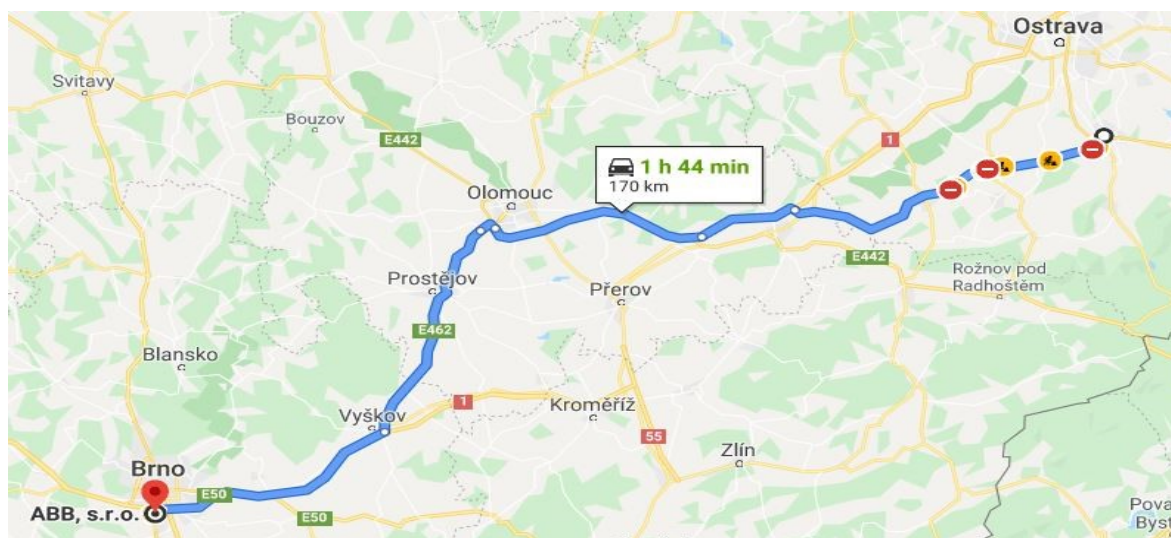
Tab. 7 - Kalkulace nákladů

Položka	ks	Cena/ks s DPH.	Cena celkem s DPH.
Dřevěná deska 120 x 59 x25 mm	1	699 Kč	699 Kč
Ocelový hřebík 2.0 x 40 mm	30	2 Kč	60 Kč
Stahovací pásy 4.5 x 150 mm	100	0,6 Kč	60 Kč
Centropen 2846	1	9 Kč	9 Kč
Průmyslový vysavač kärcher WD	1	5290 Kč	5290 Kč
Celkem			<u>6118 Kč s DPH</u>

5.2 Racionalizace v oblasti přepravy zboží

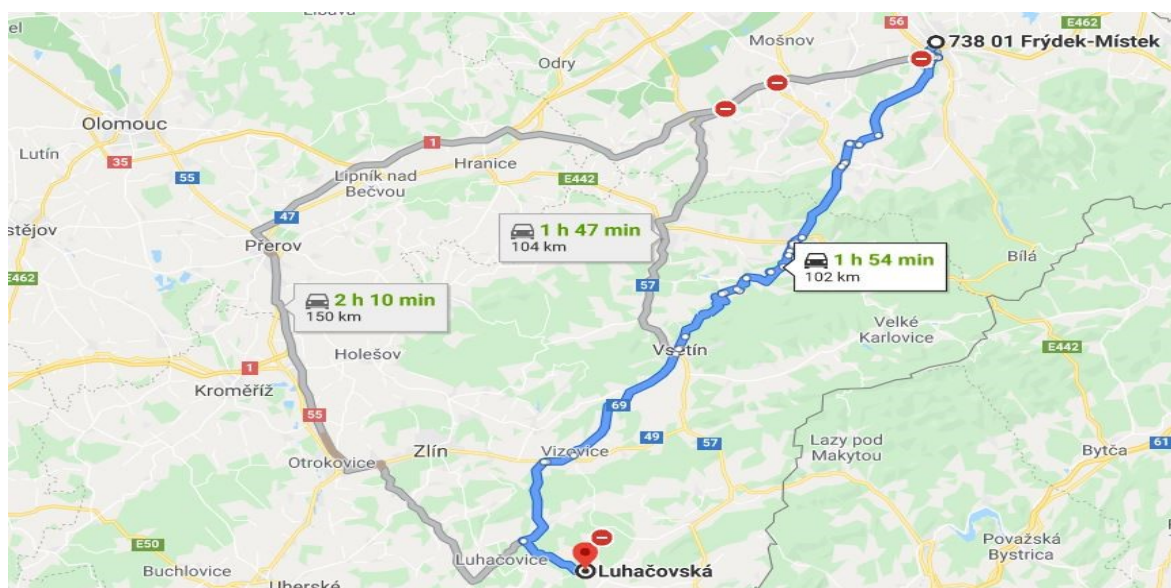
Jak bylo zmíněno v analýze současného stavu, firma realizuje cesty do města Brna do firmy ABB 3x týdně a do města Slavičín 1x týdně.

Vzdálenost z firmy Liberty Technotron s.r.o. do firmy ABB v Brně je 170 km (Obr. 37), tedy jedna jízda tam i zpátky je 340 km do 1,5 tuny výrobků.



Obr. 36 - Vzdálenost z Liberty Technotron s.r.o. do firmy ABB Brno [10]

Vzdálenost z firmy Liberty Technotron s.r.o. do města Slavičín je 102 km (Obr. 38), tedy jedna jízda tam i zpět je 204 km, také do 1,5 tuny výrobků.



Obr. 37 - Vzdálenost z Liberty Technotron s.r.o. do města Slavičín [11]

Bylo vycházeno ze současných dat externího přepravce, který pro firmu Liberty Technotron s.r.o. tyto pravidelné cesty absolvuje, tudíž je současný roční nájezd těchto tras cca 80 000 km. Firma za rok 2019 utratila 1 062 387 Kč, za externího dopravce, právě mezi výše zmíněnými místy Frýdek-Místek – Brno – Slavičín.

Investiční záměr je takový, že by firma Liberty Technotron s.r.o. nakoupila vlastní firemní nákladní automobil s hmotností nepřesahující 3500 kg a s nosností nákladu do 1500 kg. Nákladní automobil s hmotností nepřesahující 3500 kg a s nosností nákladu do 1500 kg, byl vybrán záměrně kvůli podmínkám ze strany firmy Liberty Technotron s.r.o. tyto podmínky jsou:

- Dostačující řidičské oprávnění skupiny B pro provoz nákladního automobilu.
- Možnost do nákladového prostoru nákladního automobilu umístit za sebe dvě normalizované euro palety o rozměrech 1200×800×144 mm (délka × šířka × výška) pro maximální využití nákladového prostoru.
- Klimatizace a rádio.

5.2.1 Výpočet

Značka nákladního automobilu byla zvolena podle typu kritérií, kterými jsou:

- Cena nákladního automobilu.
- Nabízené služby v rámci zakoupení nákladního automobilu (servisní prohlídka, záruka).
- Objem nákladového prostoru.
- Udávaná spotřeba paliva.

Tyto parametry byly vloženy do tabulky a k nim přiřazeny nákladní automobily, jak je zobrazeno v (Tab. 8).

Tab. 8 - Výběr nákladního automobilu

Značka nákladního automobilu	Cena (včetně DPH)	Služby	Objem nákladového prostoru	Spotřeba paliva
Peugeot BOXER 3500 L2H2 ACCESS 2.2 BlueHDi 140	<u>629 200 Kč</u>	Sleva 36,8 %. Vozidlo má celoroční pneu.	11,5 m3	6,2 l/100 km
Renault Master Furgon L2H2P3 2.3 dCi	939 565 Kč	Vozidlo má celoroční pneu.	10,8 m3	6,4 l/100 km
Mercedes-Benz Sprinter Express 314	834 900 Kč	-	11 m3	6,2 l/100 km
Ford Transit Van 2.0 EcoBlue	840 103 Kč	První servisní prohlídka zdarma.	11,6 m3	6,9 l/100 km

Firma Liberty Technotron s.r.o. poslala poptávku nákladního automobilu společně s autosalon Svoboda s.r.o. (nákladní automobil Peugeot BOXER), Bono auto s.r.o. (nákladní automobil Renault Master), Mercedes-Benz Moravia (nákladní automobil Mercedes-Benz Sprinter) a Silcar Plus s.r.o. (nákladní automobil Ford Transit) jak je uvedeno v tabulce (Tab. 8).

Ve spolupráci s firmou Liberty Technotron s.r.o. bylo vybráno nákladní auto Peugeot BOXER 3500 L2H2 ACCESS 2.2 BlueHDi 140. Tento nákladní automobil byl vybrán kvůli cenovému zvýhodnění, které firmě Liberty Technotron s.r.o. nabídnul autosalon Svoboda s.r.o.

Cena tohoto nákladního automobilu s rádiem a manuální klimatizací vychází dle ceníku na 823 200 Kč bez DPH, Liberty Technotron s.r.o. by ale využila slevy, které zmíněný autosalon nabídnul a ta je 36,8 %. Ve výsledku to dělá 520 000 Kč bez DPH (629 200 s DPH) a kvůli této ceně byl vybrán právě tenhle nákladní automobil.

Firma Liberty Technotron s.r.o. již zjistila možnosti financování tohoto vozidla, a to formou úvěru. Předběžnou formu financování nabídlo autoCREDIT a to s první platbou

125 840 Kč a posléze 9384 Kč měsíčně a to po dobu 60 měsíců. Typ nákladního automobilu a jeho specifikace (Obr. 39).

	Technické parametry:	
	LCDV	2PU93KHNGK04A0D0
	Výkon motoru (kW):	103
	Zdvihový objem (ccm):	2179
	Točivý moment (Nm):	340
	Max. rychlost (km/h):	160
	Zrychlení z 0-100 km/h (s):	
	Spotřeba městský provoz (l/100 km):	6,7
	Spotřeba mimoměstský provoz (l/100 km):	5,9
	Spotřeba kombinovaný provoz (l/100 km):	6,2
	Emise CO ₂ - kombinovaný provoz (g/km):	163
	Objem nádrže v litrech:	90
	Počet míst:	5
	Délka (mm):	5413
	Šířka (mm):	2050
	Výška (mm):	2524
	Užitečná hmotnost (kg):	1500

Obr. 38 - Nákladní automobil a jeho technické parametry [17]

Dále je nutné určit předpokládané roční náklady na provoz nákladního automobilu, které jsou:

- Pneumatiky – Bylo vycházeno z celoročních pneumatik Metador MPS400, které byli výrobcem použity na vybraném nákladním automobilu. Pokud budeme brát v potaz celkový roční nájezd 80 000 km, tak u celoročních pneumatik, Metador MPS400, které jsou znázorněny na obrázku (Obr. 40), výrobce garantuje nájezd 40 000-80 000 km. Pokud budeme brát v potaz minimální mez 40 000 km, tak by se pneumatiky musely měnit 2x ročně. Průměrná cena za jednu pneumatiku se pohybuje k datu 26.1.2020 kolem 1539 Kč s DPH. Z toho vyplývá že 8 těchto pneumatiky by stálo $1539 \text{ Kč} \times 8 = 12\,312 \text{ Kč}$ včetně DPH za rok.



Obr. 39 - Pneumatiky Metador MPS400 [18]

- Servis – průměrný servis nákladních automobilů se pohybuje v intervalu od 2 let anebo při najetí 60 000 km při průměrné ceně (8200 Kč včetně DPH). Pokud vezmeme v potaz našich 80 000 km tak by roční cena servisu byla **10 250 Kč včetně DPH.**

- Mzda – musíme brát v potaz, že zaměstnáme na plný úvazek řidiče nákladního automobilu. Průměrný hrubý plat řidiče nákladního automobilu je dle ČSÚ pro rok 2018, rovných 27 754 Kč. To je ročně $12 \times 27\,754 \text{ Kč} = \mathbf{333\,048 \text{ Kč}}$.

• Pohonné hmoty – průměrná cena motorové nafty, na kterou nákladní automobil jezdí, byla v roce 2019 dle ČSÚ 33,60 Kč/l. Udávaná kombinovaná spotřeba nákladního automobilu je 7,2 l/100 km. Z toho můžeme vypočítat: spotřeba = (Roční nájezd / 100) * kombinovaná spotřeba. Tedy: $spotřeba = \left(\frac{80\,000}{100} * 7,2 \right) = 5760 \text{ litrů}$, nyní stačí jen spotřebu 5760 litrů nafty na 80 000 km vynásobit průměrnou cenou paliva za rok 2019 a to je 33,60 Kč/l a dostáváme cenu paliva na 80 000 km. $Cena = 5760 \times 33,60 = \mathbf{193\,536 \text{ Kč}}$. Roční spotřeba paliva je tedy 5760 litrů, což by v roce 2019 s průměrnou cenou nafty 33,60 Kč/l znamenalo při nájezdu 80 000 km přesně **193 536 Kč**.

- Pojištění – firmě Liberty Technotron s.r.o. bylo nabídnuto nejnižší možné povinné ručení od společnosti AXA Premium a to s cenou 1660 Kč měsíčně, což ročně činí **19 920 Kč**.

Závěr výběru nákladního automobilu

Všechny náklady můžeme vložit do tabulky, při současných nákladech 1 062 387 Kč ročně za placení externího dopravce, vidíme, že ušetříme ročně **493 321 Kč**. Při této úspoře můžeme spočítat návratnost. Návratnost bude pořizovací cena podělená roční úsporou, tedy $návratnost = 629\,200 / 493\,321$ a vyjde nám, že návratnost do investice nákladního vozidla je **1,275 let**. Náklady jsou zobrazeny v tabulce (Tab. 9).

Tab. 9 - Náklady vozidla na rok

Náklady:		
Pneumatiky	12 312	CZK/rok
Pojištění	19 920	CZK/rok
Servis	10 250	CZK/rok
Mzda	333 048	CZK/rok
Pohonné hmoty	193 536	CZK/rok
Celkem	569 066	CZK/rok

V tabulce (Tab. 10) je zobrazena roční úspora po nákupu nákladního automobilu.

Tab. 10 - Roční úspora po pořízení nákladního vozu

Současné náklady	1 062 387 Kč/rok
Roční náklady po zakoupení vozidla	569 066 Kč/rok
Roční úspora	493 321 Kč/rok

5.3 Ostatní návrhy

Problém se žíhacími pecemi

Firmě bylo navrženo, aby navázala spolupráci s Vysokou školou Báňskou a nabídla výzkum nebo diplomovou práci na téma zlepšení materiálu žíhací pece nebo rovnoměrnější rozmístění hořáků v žíhací peci. Podnik návrh přijal a bude kontaktovat Vysokou školu Báňskou.

Při analýze bylo také zjištěno, že firma každoročně vyměňuje část žíhací pece. Kvůli nadměrnému zahřívání spodní části pece, dochází k deformaci (Obr. 41). Tento problém, zapříčiňuje každoroční několika denní odstávku a stojí firmu 140 tis. Korun za jednu pec, včetně provedené práce.



Obr. 40 - Zdeformovaná žíhací pec

Uskladnění pracovních nástrojů a přípravků

V rámci analyzovaného problému týkajícího se neuspořádaného uložení nástrojů a pracovních pomůcek byla pro jeho přehlednost navržnuta úprava. Bylo navrženo uspořádání přípravků pro výrobu magnetických jader, tak, aby byly přehledně uspořádány a bylo zřetelné, kolik přípravků se na daném místě právě nachází. Na obrázku (Obr. 42) je znázorněno uskladnění těchto přípravků původním stavu. Lze vidět, že uskladnění těchto přípravků je chaotické a neuspořádané.



Obr. 41 - Uskladnění přípravků

Bylo navrženo přidání plechové stěny proto, aby přípravky nevypadávaly. Dále se přípravky uskladnily vedle sebe tak, aby bylo zřejmé, kolik se jich tam zrovna nachází a dalo se s nimi lépe manipulovat. Optimalizované uskladnění nástrojů je znázorněno na obrázku (Obr. 43).



Obr. 42 - Nové uspořádání přípravků

Dále bylo navržnuto nové skladování pracovních pomůcek. Jak bylo uvedeno v analýze současného stavu, skladování pracovních pomůcek např. šroubováky, matice, štětce a tak dále, bylo nepřehledné a těžko určitelné, kolik pracovních pomůcek se v těchto nádobách nachází. Toto uložení pracovních pomůcek je znázorněno na obrázku (Obr. 44).



Obr. 43 - Uskladnění pracovních pomůcek

Podniku bylo navržnuto zakoupení boxu na nářadí. Tyto boxy na nářadí jsou mnohem více přehledné, a protože jsou policičky v nich průhledné, můžeme lehce zjistit, kde se nachází pracovní nástroj, který zrovna hledáme. Nově zakoupené boxy vidíme na obrázku (Obr. 45).



Obr. 44 - Nové uspořádání pracovních pomůcek

Měření distribučních jader – Návrh spolupráce s VŠB

Návrh řešení v oblasti měření distribučních jader spočíval v navázání spolupráce s Vysokou školou báňskou – Technickou univerzitou v Ostravě. Tato spolupráce spočívala v měření elektromagnetických vlastností magnetických jader, na základě čeho, lze garantovat zákazníkům reálné elektromagnetické vlastnosti. Spolupráce byla úspěšně navázána a firma Liberty Technotron s.r.o. spolupracuje s VŠB-TUO, s fakultou elektrotechniky a informatiky. Měření distribučních jader je znázorněno na obrázku (Obr. 46).



Obr. 45 - Měření elektromagnetických vlastností distribučních jader

6 Přínosy práce pro podnik

V této kapitole jsou popsány všechny přínosy pro firmu Liberty Technotron s.r.o., které práce přinesla.

6.1 Aplikace metody 5S na pracovišti Elvac 1

Závěrem projektu aplikace metody 5S na pracovišti Elvac 1 se dá říci, že došlo k zavedení pořádku na pracovišti, zkrácení nutné doby při hledání náradí a zvýšení stupně optimalizace pracoviště Elvac 1. Tato vylepšení je nutné časem kontrolovat a pracovníky motivovat k udržení tohoto nového systému.

Přínosy tohoto projektu jsou:

- Optimalizace pracoviště Elvac 1.
- Nové nastolený způsob ukládání pracovního náradí.
- Čistota a pořádek na pracovišti.

6.2 Nákup nákladního automobilu

Nákup firemního nákladního automobilu ušetří podniku značné náklady. Bylo vypočteno, že oproti momentálním nákladům 1 062 387 Kč, by byli náklady po zakoupení vozidla pouze 569 066 Kč, což ve výsledku ušetří podniku ročně **493 321 Kč**.

6.3 Ostatní přínosy pro podnik

Ostatní přínosy pro podnik je návrh navázání spolupráce s Vysokou školou báňskou ohledně řešení deformace žíhací pece a měření distribučních jader. Deformace žíhací pece stojí ročně podnik 140 tisíc Kč a několikadenní odstávku provozu, což zvyšuje náklady.

Dále byla úspěšně navázaná spolupráce s Vysokou školou báňskou – Fakultou elektrotechniky ohledně měření distribučních jader. Jako přínosy tohoto návrhu řešení lze uvést: možné rozšíření výrobního portfolia a razantní snížení reklamací distribučních jader vzhledem ke garantování magnetických vlastností.

Bylo navrženo uložení pracovních přípravků a zakoupení plechové stěny, aby přípravky nevypadávali, což přinese lepší orientaci a lepší přehlednost ohledně aktuálního počtu kusů.

Posledním návrhem bylo zakoupení plastových boxů na náradí a pracovní pomůcky, díky kterým působí pracoviště moderněji a lze lépe ukládat náradí a pracovní pomůcky.

Závěr

Cílem práce bylo racionalizovat výrobní proces při výrobě magnetických jader pro transformátory. Při analýze výrobního prostředí firmy Liberty Technotron s.r.o. jsem našel problémy, které jsem se snažil eliminovat. V teoretické části jsou rozebrány metody a kroky, které mi v následném řešení nalezených problémů pomohly. Nejobsáhlejší druhá část je analýza prostředí firmy Liberty Technotron s.r.o., kde je detailně popsán celý postup výroby magnetických jader. V posledním třetím kroku jsou popsány nalezené problémy, které jsem následně řešil.

První návrh této práce bylo zavedení metody 5S na pracovišti Elvac 1, díky možnosti stáže ve firmě a jednání s projektovým týmem se podařilo úspěšně zavést metodu 5S, pomocí zakoupené dřevěné desky, uspořádání s uchycením nářadí na desku a zavěšení na pletivo pracoviště Elvac 1. Byly také sepsány normy čištění a navrhnutá forma náhodných auditů ze strany firmy Liberty Technotron s.r.o. pro úspěšné udržování zavedené metody.

Druhý návrh bylo zakoupení nákladního automobilu s cílem transportu zboží do firmy ABB Brno a města Slavičín, kde firma vykonává opakující se cesty a mohla by přestat využívat služeb externího přepravce. Bylo vybráno z několika nákladních automobilů, a díky zvýhodněné cenové nabídce byl vybrán automobil Peugeot BOXER 3500 L2H2 ACCESS 2.2 BlueHDi 140. Následně byly propočteny všechny náklady na rok, které vzniknou využíváním nákladního automobilu, a na závěr vypočtena úspora 493 321 Kč/rok, oproti nákladům za externího dopravce.

Poslední část je věnována ostatním návrhům, kde byla firmě doporučena spolupráce s Vysokou školou Báňskou ohledně výzkumu deformaci žíhací pece, kterou firma musí každoročně vyměňovat, a zapříčiňuje tak několikanásobnou odstávku provozu a finanční náklady. Další návrh bylo uspořádání přípravku a pracovního nářadí na pracovištích. Jako poslední návrh je měření distribučních jader, kde bylo opět doporučeno zahájit spolupráci s Vysokou školou Báňskou ohledně měření distribučních jader, kde firma nemůže garantovat elektromagnetické vlastnosti jader kvůli absenci měřicího zařízení.

Na základě kladného přístupu firmy Liberty Technotron s.r.o. bylo možné pochopit a popsat postup výroby magnetických jader, a na základě stáže v této firmě bylo také umožněno sledovat výrobní postup a fungování podniku v každodenním režimu.

Seznam použité literatury

- [1] *Interní materiály společnosti ArcelorMittal Technotron s.r.o*
- [2] O společnosti: Společnost Liberty Technotron s.r.o. *Liberty* [online]. [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <http://www.technotron.cz/o-spolecnosti/o-spolecnosti.aspx>
- [3] *Interní materiály společnosti Liberty Technotron s.r.o.*
- [4] Veřejný rejstřík a sbírka listin. *Ministerstvo spravedlnosti České republiky* [online]. [cit. 2019-12-05]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=664207>
- [5] Toroidní jádra. *Technotron* [online]. [cit. 2019-12-05]. Dostupné z: <http://www.technotron.cz/produkty/toroidni-jadra.aspx>
- [6] Olejové transformátory. *Elpro-Energo* [online]. [cit. 2019-12-05]. Dostupné z: <http://www.elpro-energo.cz/olejove-transformatory/jadro/>
- [7] *Pracovní postup ArcelorMittal Technotron s.r.o.*
- [8] Automatická linka na výrobu C jader. *Strojní inženýring* [online]. [cit. 2019-12-05]. Dostupné z: <https://www.strojninzenyring.cz/portfolio/jednoucelove-stroje/elektrotechnicky-prumysl/automaticka-linka-na-vyrobu-c-jader>
- [9] *Interní materiály společnosti Válcovny plechu Frýdek-Místek*
- [10] Vzdálenost z Liberty Technotron s.r.o. do firmy ABB Brno. *Google Maps* [online]. 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/dir/49.6871069,18.3399646/ABB,+s.r.o.,+V%C3%ADde%C5%88sk%C3%A1,+Brno-jih/@49.3811944,18.675532,7.42z/data=!4m9!4m8!1m0!1m5!1m1!1s0x471295a6bda12eff:0xd777c4dfcb0be7a8!2m2!1d16.6023372!2d49.1553832!3e0?hl=cs-CZ>
- [11] Vzdálenost z Liberty Technotron s.r.o. do města Slavičín. *Google Maps* [online]. 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/dir/49.6871069,18.3399646/Slavi%C4%8D%C3%ADn,+763+21/@49.3869209,17.7785296,10z/data=!3m1!4b1!4m9!4m8!1m0!1m5!1m1!1s0x471364e562730655:0xa6d364440bd30e7c!2m2!1d17.8734988!2d49.0879853!3e0?hl=cs-CZ>
- [12] ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. *Racionalizace výroby*. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-010-2870-4.
- [13] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.

- [14] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [15] MAGNUSKOVÁ, Jana. *Průmyslová logistika: skripta*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, 2014. ISBN 978-80-248-3485-6.
- [16] BAKEŠOVÁ, Miroslava a Vladimír KŘEŠŤAN. *Základy logistiky: skripta*. Jihlava: Vysoká škola polytechnická Jihlava, 2008. ISBN 978-80-87035-08-5.
- [17] Technické parametry nákladního automobilu. In: *AUTOSALON SVOBODA s. r. o.* [online]. 2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <file:///C:/Users/Franti%C5%A1ek/Downloads/Nab%C3%ADka%20Peugeot%20Boxer%20-%20LIBERTY%20TECHNOTRON.PDF>
- [18] Pneumatiky Metador MPS400. In: *Zboží.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.zbozi.cz/vyrobek/matador-mps400-variant-all-weather-2-195-70-r15-104-r/>

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1 - Firma Liberty Technotron s.r.o.....	20
Obr. 2 - Hierarchie ve společnosti Liberty Technotron s.r.o.....	20
Obr. 3 - Logo společnosti Liberty Technotron s.r.o.	22
Obr. 4 - Toroidní jádra	24
Obr. 5 - Dělené C jádra	25
Obr. 6 - Unicore jádra	27
Obr. 7 - Step Lap jádra.....	27
Obr. 8 - Výrobní proces magnetických jader [1].....	28
Obr. 9 - Výrobní linka Triom 1, Triom 2.....	29
Obr. 10 - Navíjecí stroj Elvac.....	30
Obr. 11 - Navíjecí stroj AEM Unicore.....	30
Obr. 12 - Žíhací pec	31
Obr. 13 - Magnetická jádra na odkapávacím koši	31
Obr. 14 - Vkládání magnetických jader umístěných na odkapávacím koši do impregnační nádrže	32
Obr. 15 - Odkapávací koš s naimpregnovanými jádry nad odkapávacím podstavcem	33
Obr. 16 - Vytvrzená jádra na vytvrzovacím vozíku.....	34
Obr. 17 - Správně vytvrzené jádro s lesklým nažloutlým povrchem.....	34
Obr. 18 - Vytlačení navíjecího trnu z jádra.....	35
Obr. 19 - Distribuční jádro	36
Obr. 20 - Sklad firmy Liberty Technotron s.r.o.....	37
Obr. 21 - Skladování pracovních přípravků	38
Obr. 22 - Skladování pracovních pomůcek	38
Obr. 23 - Uložení nástrojů na pracovišti Elvac 1.....	39
Obr. 24 - Logo dopravní společnosti DSV.....	39
Obr. 25 - Schéma pracoviště ELVAC 1	43
Obr. 26 - Vyřazené nářadí	43
Obr. 27 - Nářadí na pracovním stole s navíjecími trny	44
Obr. 28 - Zásuvka pracovního stolu.....	45
Obr. 29 - Zakoupená dřevěná deska	46
Obr. 30 - Uspořádání na desce.....	47
Obr. 31 - Přichycení pracovních nástrojů.....	47

Obr. 32 - Obkreslené pracovní nářadí.....	48
Obr. 33 - Upevnění desky k pletivu.....	49
Obr. 34 - Dřevěná deska s nářadím na pracovišti Elvac 1	50
Obr. 35 - Oblast auditu na pracovišti Elvac 1	51
Obr. 36 - Vzdálenost z Liberty Technotron s.r.o. do firmy ABB Brno [10].....	53
Obr. 37 - Vzdálenost z Liberty Technotron s.r.o. do města Slavičín [11]	53
Obr. 38 - Nákladní automobil a jeho technické parametry [17].....	56
Obr. 39 - Pneumatiky Metador MPS400 [18]	56
Obr. 40 - Zdeformovaná žíhací pec	58
Obr. 41 - Uskladnění přípravků.....	59
Obr. 42 - Nové uspořádání přípravků	59
Obr. 43 - Uskladnění pracovních pomůcek.....	60
Obr. 44 - Nové uspořádání pracovních pomůcek	60
Obr. 45 - Měření elektromagnetických vlastností distribučních jader.....	61
Tab. 1 - Ekonomický stav	21
Tab. 2- Vývoj firmy	22
Tab. 3 - Výrobní portfolio firmy.....	23
Tab. 4 - Výhody a využití Unicore jader.....	26
Tab. 5 - Osoby v projektovém týmu	41
Tab. 6 - Plán jednotlivých kroků k zavedení metody 5S	42
Tab. 7 - Kalkulace nákladů.....	52
Tab. 8 - Výběr nákladního automobilu	55
Tab. 9 - Náklady vozidla na rok	57
Tab. 10 - Roční úspora po pořízení nákladního vozu	58

PODĚKOVÁNÍ

Chci velmi poděkovat panu Ing. Michalu Bučkovi, který mi pomáhal v rámci odborných konzultací při vypracovávání této bakalářské práce. Také chci velmi poděkovat firmě Liberty Technotron s.r.o. a celému kolektivu, že mi pomohli a umožnili vypracovat bakalářskou práci.